

Aus der chirurgischen Klinik des Klinikum Minden
(Chefarzt: Professor Dr. med. G. Heinemann)

Die kompletten Unterarmfrakturen bei Kindern bis zum 14. Lebensjahr

**(Nachuntersuchungsergebnisse nach konservativer und
operativer Behandlung)**

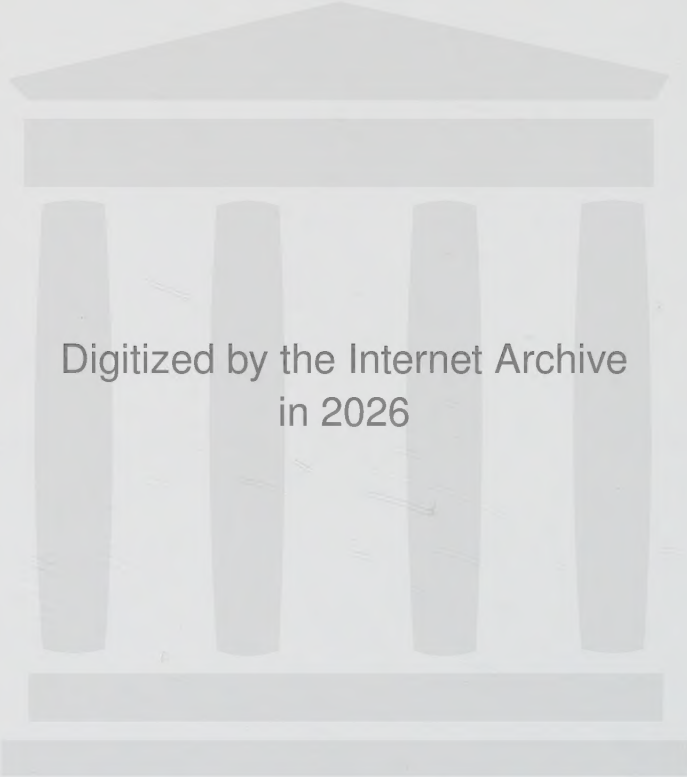
INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin vorgelegt

von

A. Latif Al-Arfaj
aus Hofuf/Saudi Arabien

Mainz 1981



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552620_0018

Aus der chirurgischen Klinik des Klinikum Minden

(Chefarzt: Professor Dr. med. G. Heinemann)

Die kompletten Unterarmfrakturen bei Kindern bis zum

14. Lebensjahr

(Nachuntersuchungsergebnisse nach konservativer und
operativer Behandlung)

INAUGURAL - DISSERTATION

zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin

der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin vorgelegt

von

A. Latif Al-Arfaj

aus Hofuf/Saudi-Arabien

Mainz 1981



Dekan:	Prof. Dr. med. K.-H. Bäßler
1. Gutachter:	Prof. Dr. med. G. Heinemann
2. Gutachter:	Prof. Dr. med. G. Ritter

Tag der mündlichen Prüfung: 29. Juni 1981

INHALTSVERZEICHNIS	Seite
I Einleitung	6
II Ätiologie in der Literatur	7
III Entstehungsmechanismus in der Literatur	10
IV Diagnostik in der Literatur	11
V Bruchformen und Lokalisationen in der Literatur	11
VI Begleitende Gelenkverletzungen in der Literatur	16
VII Konservative Behandlung in der Literatur	16
VIII Nachuntersuchungsergebnisse der konservativen Behandlung in der Literatur	24
1. Spontankorrektur	24
2. Längenwachstum	27
3. Bleibende Gelenkschäden	27
4. Subjektive Beschwerden	28
5. Funktionseinbußen	28
6. Refraktur	31
7. Pseudarthrosen	33
8. Brückenkallus	34
IX Komplikationen bei konservativer Behandlung in der Literatur	34
X Indikationsstellung zur Operation in der Literatur	35
XI Operative Therapie in der Literatur	37
XII Nachuntersuchungsergebnisse der operativen Behandlung in der Literatur	39
XIII Komplikationen bei operativer Behandlung in der Literatur	43
XIV Eigenes Material und Methodik	44
XV Ätiologie	46
XVI Entstehungsmechanismus	48
XVII Diagnostik	48
XVIII Bruchformen und Lokalisationen	48
XIX Begleitende Gelenk-, Epiphysenverletzungen und zusätzliche Verletzungen	51
XX Konservative Therapie	52
XXI Nachuntersuchungsergebnisse der konservativen Behandlung	59
1. Spontanausgleich	59

	2. Längenwachstum	61
	3. Bleibende Gelenkschäden	62
	4. Subjektive Beschwerden	64
	5. Funktionseinbußen	66
	6. Refraktur	70
	7. Pseudarthrosen	71
	8. Brückenkallus	71
XXII	Übersicht der eigenen Ergebnisse konservativ behandelter Kinder	72
XXIII	Komplikationen bei konservativer Therapie	73
XXIV	Indikationsstellung zur Operation	74
XXV	Operative Therapie	77
XXVI	Nachuntersuchungsergebnisse operativ behandelter Kinder	79
	1. Längenwachstum	79
	2. Bleibende Gelenkschäden	79
	3. Subjektive Beschwerden	80
	4. Funktionseinbußen	81
	5. Refrakturen	82
	6. Pseudarthrosen	83
	7. Brückenkallus	85
XXVII	Komplikationen nach operativer Behandlung	85
XXVIII	Übersicht der Nachuntersuchungsergebnisse und Komplikationen operativ behandelter Kinder	87
XXIX	Diskussion	88
	zu II - Ätiologie	89
	zu III - Entstehungsmechanismus	92
	zu IV - Diagnostik	93
	zu V - Bruchformen und Bruchlokalisationen	93
	zu VI - Begleitende Gelenk-, Epiphysenverletzungen und zusätzliche Verletzungen	98
	zu VII - Konservative Behandlung	99
	zu VIII- Nachuntersuchungsergebnisse konservativ behandelte Kinder	107
	zu IX - Komplikationen bei konservativer Behandlung	116
	zu X - Indikationsstellung zur Operation	117
	zu XI - Operative Therapie	120

	zu XII - Nachuntersuchungsergebnisse operativ behandelter Kinder	123
	zu XIII - Komplikationen nach operativer Behandlung	129
XXX	Zusammenfassung	131
XXXI	Literaturverzeichnis	135

I. EINLEITUNG

In den Jahren 1971 bis 1978 wurden in der chirurgischen Klinik des Klinikums Minden 296 Kinder bis zum 14. Lebensjahr mit kompletten Unterarmfrakturen behandelt. Während die weniger problematischen Grünholzfrakturen, welche keine Neigung zur sekundären Dislokation zeigten, ambulant behandelt werden konnten und folgenlos ausheilten, wurden bei den stationär behandelten übrigen kompletten Unterarmfrakturen immer wieder vereinzelt Funktionseinbußen, subjektive Beschwerden und Komplikationen, insbesondere nach operativer Behandlung beobachtet. Diese Beobachtungen waren der Anlaß, einmal gezielt das zur Verfügung stehende stationäre Krankengut hinsichtlich der möglichen Ursachen zu bearbeiten.

Dadurch können sich neue Möglichkeiten über die Wahl des Behandlungsverfahrens, über die Indikationsstellung zur Operation sowie über Vermeidung bzw. Geringhaltung von Komplikationen ergeben.

Diese Arbeit sollte auch die begleitenden Gelenkverletzungen und die zusätzlichen Verletzungen berücksichtigen, die häufig übersehen werden. Ihre Feststellung ist für die einzuschlagende Therapie in manchen Fällen richtungsgebend.

II. ÄTIOLOGIE IN DER LITERATUR

Die Kinder ziehen sich häufiger als Erwachsene Extremitätenverletzungen zu, wobei die oberen Extremitäten mit 39,3 % am meisten betroffen sind gegenüber nur 23 % bei Erwachsenen. Von diesen Verletzungen der Arme überwiegen die Frakturen mit 58,4 % (BORM 1961).

SINGER et al. (1979) fanden unter 3774 Kindern mit Frakturen - Schädelfrakturen nicht mitgerechnet - 1455 Unterarmfrakturen, das sind 38,6 %.

Von den Unterarmfrakturen überwiegen die kompletten Frakturen mit durchschnittlich 73,3 % gegenüber den isolierten Radius- und Ulnafrakturen. Siehe Tabelle 1.

KNOBLOCH und MACH (1966) fanden unter 540 Verletzten mit kompletten Unterarmfrakturen fast 2/3 Kinder und Jugendliche. Sie führen das darauf zurück, daß es bei Erwachsenen eher zum Typ der Colles-schen Fraktur, während es bei Kindern und Jugendlichen zur Fraktur beider Unterarmknochen kommt.

MUMENTHALER (1973) sowie DAVIS und GREEN (1976) bezeichnen die Radiusfraktur auch bei Kindern und Jugendlichen als häufigste Bruchform.

Autor		R+U	R	U
Steinert	(1966)	268	207	36
Dau	(1966)	99	48	3
Seyffarth	(1966)	137	18	5
Monticelli	(1966)	971	225	36
Mittelbach*	(1967)	95	49	9
Mann*	(1969)	162	20**	8
H.Fr.Hr.v. Elmendorff*	(1971)	112	6	13
Freuler*	(1978)	60	3	6
		1904	576	116
		73,3%	22,2%	4,5%
Eigene Ergebnisse	***	195	53	7

Tabelle 1: Häufigkeitsverteilung der Unterarmfrakturen
bei Kindern

R+U: Radius- und Ulnafraktur

R: Radiusfraktur allein

U: Ulnafraktur allein

***= Eigene Ergebnisse bezogen auf die stationär
behandelten Kinder

* = et al.

**= Fraktur des distalen Drittels nicht berücksichtigt.

BORM (1961) fand die Ursache für die Unterarmverletzungen in 81,7 % bei Spielunfällen. Er stellte eine stetige Zunahme der Unfälle bis zum 12. Lebensjahr mit anschließendem Abfall im 13. und 14. Lebensjahr fest.

STEINERT (1966) und SINGER et al. (1979) fanden die Ursache in den meisten Fällen ebenfalls bei Spielunfällen.

Verkehrsunfälle wurden hingegen nur in 1 % als Ursache gefunden.

STEINERT hat 2 Maxima der Alterskurve bei 5 - 7 und bei 10 - 12jährigen Kindern festgestellt. Bei der ersten Gruppe sieht er die Ursache darin, daß sich die Kinder der elterlichen Aufsicht entziehen, aber noch keine genügende Erfahrung haben, Unfällen zu entgehen.

Bei der zweiten Gruppe bewirkt die vermehrte sportliche Betätigung die Frakturenzunahme.

Das männliche Geschlecht wird gegenüber dem weiblichen deutlich bevorzugt. Die Angaben schwanken zwischen 1,4 : 1 (STEINERT, 1966) und 3 : 1 (BÜTTNER, 1948 und SEYFFARTH, 1966).

Ebenso ist eine leichte Bevorzugung der linken Seite gegenüber der rechten zu beobachten (STEINERT, 1966; MITTELBACH et al., 1967; TEUTSCH et al., 1968 und MANN et al., 1969).

III. ENTSTEHUNGSMECHANISMUS IN DER LITERATUR

Die meisten Autoren (BÖHLER, 1951; EHALT, 1961; TROJAN, 1963 und STANKOVIĆ et al., 1978) erklären den Entstehungsmechanismus für Unterarmfrakturen in allen Unterarmdritteln durch indirekte Gewalt, die durch Sturz auf die gestreckte Hand einwirkt und zum Bruch führt, während sie direkte Gewalteinwirkungen nur in einzelnen Fällen beobachteten wie Schlag oder Auffallen von schweren Gegenständen usw.

RENNE und WELLER (1974) weichen von der Meinung der anderen ab, indem sie für Frakturen des mittleren Drittels mehr direkte Traumen verantwortlich machen. Sie geben für Frakturen des proximalen Drittels manigfaltige Unfallmechanismen an.

DAU (1966) schreibt, daß die einzuschlagende Therapie vom Entstehungsmechanismus unabhängig ist.

IV. DIAGNOSTIK IN DER LITERATUR

EICHLER (1966) sowie WILHELM und RUEFF (1971) fordern zur Diagnostik Aufnahmen des Unterarmes in 2 Ebenen mit Darstellung der benachbarten Gelenke, um das Ausmaß des Frakturgeschehens in vollem Umfang zu erfassen.

Sie fordern Vergleichsaufnahmen der gesunden Seite und meinen, daß nur dadurch Luxationen und andere Gelenkverletzungen nicht übersehen werden können.

DAU (1966) sowie TEUTSCH et al. (1968) schließen sich an, fordern jedoch Vergleichsaufnahmen der gesunden Seite nur bei Beteiligung der Epiphysenzone oder der benachbarten Gelenke.

V. BRUCHFORMEN UND LOKALISATIONEN IN DER LITERATUR

Es werden Grünholz-, Wulst-, Quer-, Schräg- und Trümmerbrüche unterschieden. (BÖHLER, 1951; TROJAN, 1963 und WITT et al., 1966).

Diese Einteilung wird nicht immer eingehalten (siehe Tabelle 2).

A u t o r		Gesamtzahl	Wulstbruch	Grünholzbruch	Prozentzahl der Grünholzbrüche	Querbruch	Schrägbruch	Trümmerbruch	Stauchungsbruch	Totaler Bruch	Kombinationsbruch und andere Bruchformen
Trojan	(1963)	115	10	65	65%	39	1	1			
Steinert	(1966)	268	50	93	53%	125	-	-	-	-	-
Buck*	(1966)	376	-	154	41%	-	-	-	143	79	-
Mann*	(1969)	162	-	80	49%	-	-	-	-	-	-
Freuler*	(1978)	69**	-	37	54%					14	18
Eig.Ergebnisse		195	3	63	34%	90	1	2			36

Tab. 2: Häufigkeit der Bruchformen kompletter Unterarmfrakturen im Kindesalter.

* = et al.

Eig.= Eigene Ergebnisse bezogen auf stationär behandelte Kinder

**= Mit einbezogen sind auch 3 isolierte Radius- bzw. 6 Ulnafrakturen.

Unter totalem Bruch (BUCK et al., 1966) und komplettem Unterarmbruch (KONCZ (1973) wird jeder stark dislozierte Bruch mit Seitenverschiebung verstanden.

DAVIS und GREEN (1978) sowie FREULER et al. (1978) sprechen von einem Kombinationsbruch, wenn der eine Unterarmknochen einen Grünholzbruch, der andere einen vollständigen Bruch aufweist.

BÖHLER (1951) sowie WITT et al. (1966) definieren den Grünholzbruch als subperiostalen Bruch mit Achsenknickung ohne Seitenverschiebung und führen diese Bruchform auf den dicken Periostschlauch des Kindes zurück, der beim Frakturgeschehen nicht vollständig zerreißt. Als Variante des Grünholzbruches beschreibt BÖHLER (1951) den Wulstbruch als ringförmige Verdickung des Knochens ohne Verschiebung mit verworfenem Spongiosabälkchen. Der Wulstbruch wurde ausschließlich im distalen Drittel beobachtet (TROJAN, 1963 und STEINERT, 1966).

Die Häufigkeit des Grünholzbruches wird unterschiedlich angegeben (siehe Tabelle 2).

KONCZ (1973) vermerkt, daß mit zunehmendem Alter die Grünholzbrüche abnehmen.

Nach BÖHLER (1951) sind Querbrüche die zweithäufigsten. Schräg- und Trümmerbrüche werden von ihm als recht selten bezeichnet.

Bei der Einteilung der Frakturen nach Lokalisation unterscheidet man Frakturen des distalen, des mittleren und des proximalen Drittels, denn, wie LANZ und WACHSMUTH (1959) darlegten, ergeben sich durch die Bruchhöhe unterschiedlich wirkende Muskelkräfte, deren Berücksichtigung sowohl für die Reposition als auch für die Retention von Bedeutung sind.

Die Frakturen des distalen Drittels sind mit durchschnittlich 64 % die häufigsten, gefolgt von den Frakturen des mittleren Drittels mit 32,7 %. Die Frakturen des proximalen Drittels werden in nur 3,3 % der Fälle gefunden.

BÖHLER (1951) sowie WITT et al. (1966) schreiben, daß sich schwere Nervenverletzungen hauptsächlich bei Frakturen des proximalen Drittels finden. (Siehe Tabelle 3).

In den meisten Fällen liegen bei kompletten Unterarmfrakturen beide Frakturen auf gleicher Höhe, wobei vereinzelt die Frakturen in verschiedenen Dritteln lokalisiert sein können (TROJAN, 1963 und WITT et al., 1966).

Die peripheren Fragmente dislozieren in den meisten Fällen nach dorsal (BLOUNT, 1957; EHALT, 1961 und TROJAN, 1963).

Die Häufigkeit der offenen Brüche wird zwischen 0,27 % (BUCK et al., 1966) und 4,7 % (TEUTSCH et al., 1968) angegeben.

A u t o r	Dist.Drit.	Mittl.Drit.	Prox.Drit.
Trojan (1963)	67	40	8
Steinert (1966)	170	93	4
Seyffarth (1966)	87	59	14
Mittelbach et al. (1967)	61	32	2
Teutsch et al. (1968)	67	60	2
Mann et al. (1969)	101	56	5
Davis et al. (1976)	137	12	-
	690	352	35
	64%	32,7%	3,3%
Eig. Ergebnisse	122	70	3

Tab. 3: Häufigkeit der Bruchlokalisationen kompletter
Unterarmfrakturen.

Dist.: Distales

Mittl.: Mittleres

Prox.: Proximales

Drit.: Drittel

VI. BEGLEITENDE GELENKVERLETZUNGEN IN DER LITERATUR

Als begleitende Gelenkverletzungen werden Abrisse des Epikondylus radialis, des Epikondylus ulnaris (STEINERT, 1966), Frakturen des Processus coronoideus, Radiusköpfchenfrakturen und transkondyläre Humerusfrakturen (STANKOVIĆ et al. 1978) beschrieben. Ebenso wurden Luxationen bzw. Subluxationen der Radioulnargelenke, sowie Verletzungen des Diskus interarticularis bei begleitenden Abrißfrakturen des Processus styloideus ulnae diskutiert (EICHLER, 1966 und BÖHLER, 1969). Letzterer vertritt die Meinung, daß die Diskusverletzungen zu keinem funktionellen Ausfall führen, wobei EICHLER der gegenteiligen Meinung ist.

VII. KONSERVATIVE BEHANDLUNG IN DER LITERATUR

Die Behandlung von Unterarmfrakturen im allgemeinen bietet in etwa 2/3 der Fälle keine Probleme. Hingegen ist bei den übrigen Fällen mit Behandlungsproblemen zu rechnen, die eine Überprüfung konservativer und operativer Verfahren erfordern (HEINEMANN, 1973). Gerade die Behandlung dieser Fälle läßt die Meinungen auseinander gehen. BLOUNT (1957) und andere (siehe Tabelle 4) sind der Meinung, daß alle kindlichen Unterarmfrakturen konservativ behandelt werden können, während WILLENEGGER (1965) sowie RENNE und WELLER (1974) und andere das konservative Vorgehen empfehlen, aber doch die Indi-

<u>A u t o r</u>		Gesamtzahl	Konservativ behandelt	Operativ behandelt	Prozent- satz
Trojan	(1963)	115	115	-	100 %
Buck et al.	(1966)	376	376	-	100 %
Mittelbach et al	(1967)	95	95	-	100 %
H.Fr.hr.von *					
Elmendorff et al	(1971)	131	131	-	100 %
Singer et al.*	(1979)	123	122	1	99,2 %
Weber*	(1967)	165	162	3	98,2 %
Knobloch et al.	(1966)	304	298	6	98 %
Steinert	(1966)	268	268	8	97 %
Teutsch et al.	(1968)	129	125	4	97 %
Dau*	(1966)	150	143	7	95,3 %
Monticelli*	(1966)	1239	1167	72	94 %
Fink*	(1977)	83	78	5	94 %
Mann et al.	(1969)	190	170	20	89,5 %
Eig.Ergebnisse		296	270	26	91,2 %

Tab. 4: Prozentualer Anteil konservativ und operativ behandelter kindlicher Unterarmfrakturen in der Literatur.

Eig. = Eigene Ergebnisse unter Berücksichtigung auch der ambulant behandelten kompletten Unterarmfrakturen.

* = Die Autoren berücksichtigen auch isolierte Radius- bzw. Ulnafrakturen

kation zur Operation in einzelnen Fällen stellen.
(Siehe Tabelle 4).

Die Mehrheit der Autoren (EHALT, 1961; TROJAN, 1963; DAU, 1966; HOLZ, 1975 und andere) sind gegen die Anwendung der Lokalanästhesie, da diese ein ruhiges Operationsfeld bzw. die erforderliche muskuläre Entspannung nicht gewährleistet und das Kind psychisch traumatisiert. EHALT (1961) läßt sie jedoch im Pubertätsalter vereinzelt zur Anwendung kommen.

Es wurden verschiedene Repositionsmanöver beschrieben. Gemeinsam haben diese den Zug an den Fingern mit Gegenzug an dem rechtwinklig gebeugten Oberarm, abgesehen davon, ob das rein manuell (BLOUNT, 1957 und TROJAN, 1963), mit Hilfe eines Mauerhakens (EHALT, 1961) oder mit Hilfe eines Extensionsgerätes (DAVIS und GREEN, 1976) geschieht. Nach Ausgleich von Längendifferenzen, Achsenknickungen und Verdrehungen werden die Seitenverschiebungen durch seitliches Pressen der Fragmente korregiert. Manchmal gelingt der Ausgleich von Verkürzungen und Seitenverschiebungen erst, wenn man die peripheren Fragmente nach dorsal rechtwinklig abbiegt und sie dann auf die zentralen Bruchstücke aufsetzt (BÖHLER, 1951 und EHALT, 1961). BLOUNT (1957) empfiehlt von vornherein dieses Vorgehen.

Die Grünholzfrakturen werden von BLOUNT (1957) in voll-

ständige Frakturen umgewandelt, damit die sekundäre Dislokation gering gehalten wird. Diese Ansicht findet nicht überall Anhänger, weil die Sekundärverschiebung im Gipsverband nicht so groß ist (STEINERT, 1966; DAU, 1966 sowie Mittelbach et al., 1967).

Auch TROJAN (1963) sowie RENNE und WELLER (1974) reponieren die Grünholzfrakturen, wenn überhaupt, durch Geradebiegen.

GRUBER et al. (1979) empfehlen die vollständige Durchbrechung der Grünholzfraktur, um die Refrakturgefahr gering zu halten, da nicht vollständig durchgebrochene Grünholzfrakturen häufiger refrakturieren sollen.

DAVIS et al. (1976) lehnen das Geradebiegen aber auch das Durchbrechen von Grünholzfrakturen ab und meinen, daß allein das Drehen des Unterarmes unter dem Bildwandler zur Achsenkorrektur und somit zur Einrichtung führt, denn Achsenknickung bei Grünholzfrakturen sei nichts anderes als ein Zeichen der Drehfehlstellung. In der so erreichten Position soll dann der Gipsverband angelegt werden.

Grobe und wiederholte Repositionseingriffe werden abgelehnt. Sie führen zur Schädigung des Periosts, der Membrana interossea, der umliegenden Muskulatur, der Gefäße und Nerven und können zur verzögerten Heilung und Pseudoarthrosen führen (EHALT, 1961 sowie MANN et al., 1969).

TEUTSCH et al. (1968) sowie GRAUDINS et al. (1975) halten

dreimalige Repositionsversuche und mehr für nicht sinnvoll.

Die Frequenz der erforderlichen Nachrepositionen wird mit 10,6 bis 12,1 % angegeben (TROJAN, 1963; BUCK et al., 1966 sowie MANN et al., 1969).

Die Nachreposition darf nur erfolgen, wenn ein Spontanausgleich nicht zu erwarten ist (BÖHLER, 1951; BLOUNT, 1957 und STEINERT, 1966).

Während BUCK et al. (1966) vor Nachrepositionen jenseits des 15. Tages warnen, da sonst die Gefahr der Epiphysenschädigung groß ist, reponieren TROJAN (1963) und BLOUNT (1957) bei 4 und 5 Wochen später entdeckten Fehlstellungen nach.

Wegen der schnelleren Konsolidierung der kindlichen Fraktur, die eine evtl. notwendige Korrektur erschwert, werden kurzfristige Röntgenkontrollen verlangt: DAU (1966) und HOLZ (1975) am ersten, dritten und siebten Tag; später alle 14 Tage - TEUTSCH et al. (1968) am ersten und dritten Tag, später wöchentliche Kontrollen. Ebenso führen TROJAN (1963) sowie RENNE und WELLER (1974) wöchentliche Röntgenkontrollen durch, wobei auf die Kontrolle am dritten Tag verzichtet wird.

Zur Ruhigstellung kommt der gespaltene Oberarmzirkulärgipsverband zur Anwendung (BÖHLER, 1951; KNOBLOCH et al, 1966; MANN et al., 1969; SIMON et al., 1975 u. a.).

Dieser Verband gewährleistet die bestmögliche Retention und führt bei sorgfältiger Technik zu keinen Druckschädigungen (BÖHLER, 1951).

DAU (1966) und STEINERT (1966) führen gegen diesen Verband an, daß er die Gefahr der ischämischen Kontraktur vergrößert, da darin das posttraumatische Hämatom keinen Platz findet. DAU empfiehlt eine dorsale Oberarmgipsschiene, die immer mit einer volaren ergänzt wird, während STEINERT zusätzliche volare Gipsschiene nur bei Frakturen des mittleren Drittels anwendet.

Dorso-volare Gipsschienen werden ebenfalls von TEUTSCH et al. (1968) sowie STANKOVIĆ et al. (1978) eingesetzt. KONCZ (1973) verwendet ausschließlich dorsale Oberarmgipsschienen.

Die Gipsschienen werden von wenigen Autoren nach unterschiedlichen Zeitpunkten durch Oberarmzirkulärgipsverband ersetzt oder zu diesem ergänzt:

KONCZ nach einer Woche, DAU sowie TEUTSCH et al. nach zwei Wochen.

Lassen sich die Fragmente nicht retinieren, so wird die Anlage einer Hautpflasterextension an den Fingern mit Drahtbügelverband des Oberarmgipses empfohlen. Dieser "Tennischlägerverband", der sonst aus der Frakturbehandlung verbannt sei, könne bei Kindern unbedenklich angelegt werden, ohne daß Versteifungen der Finger oder des Handgelenkes befürchtet werden müssen.

Nach 3 Wochen soll er durch einen zirku-

lären Oberarmgips ohne Extension ersetzt werden (BÖHLER, 1951; BLOUNT 1957; DAU, 1966 sowie RENNE und WELLER, 1974).

Die Frakturen des proximalen Drittels werden in Supinations-, des mittleren Drittels in Mittel- und des distalen Drittels in Pronationsstellung ruhiggestellt (BÖHLER, 1951; TROJAN, 1963; KNOBLOCH et al., 1966; MITTELBACH et al., 1976; KONCZ, 1973 sowie FREULER et al., 1978).

DAVIS und GREEN (1976) weichen von den anderen insofern ab, daß sie die oben erwähnte Regel nur bei Grünholzbrüchen anwenden. Bei den anderen Bruchformen empfehlen sie die Position, die der Unterarm bei drehfreier Aufhängung selbst einnimmt. Sie lehnen das Festhalten des Unterarmes in einer theoretisch als korrekt vorgefaßten Position ab, weil dies eine Drehfehlstellung bedeuten kann.

DAU (1966) sowie GRAUDINS et al. (1975) bevorzugen die Mittelstellung des Unterarmes und erst, wenn die Fraktur in dieser Stellung eine Dislokationsneigung zeigt, empfehlen sie das Eingipsen in Pronations- oder Supinationsstellung.

Die Behandlungsdauer wird in Abhängigkeit von Alter und Bruchform mit 4 - 6 Wochen (BÖHLER, 1951; KONCZ, 1973 und STANKOVIĆ et al., 1978) und 6 - 8 Wochen (MITTELBACH et al., 1967; TEUTSCH et al., 1968; MANN et al., 1969

sowie HOLZ, 1975) angegeben.

Während TROJAN (1963) eine Ruhigstellungsdauer von sogar nur 3 Wochen bei leichten Grünholzfrakturen empfiehlt, verlangen BÜTTNER (1948) und SEYFFARTH (1966) 12 Wochen, denn nur dadurch könne die Refrakturrate gering gehalten werden.

Die meisten Autoren halten eine Nachbehandlung für nicht erforderlich (BÖHLER, 1951; DAU, 1966; MITTELBACH et al., 1967; KONCZ, 1973 und andere).

GRAUDINS et al. (1975) empfehlen krankengymnastische Nachbehandlung; STEINERT (1966) aktive Bewegungsübungen.

Während TEUTSCH et al. (1968) warme Bäder mit aktiven Bewegungsübungen empfehlen, werden warme Bäder von KONCZ (1973) ausdrücklich abgelehnt.

Massagen und passive Bewegungsübungen werden von BÖHLER (1951), KONCZ (1973) sowie RENNE und WELLER (1974) untersagt, denn sie verzögern die Heilung und auch die funktionelle Genesung, abgesehen davon, daß sie eine unnötige Quälerei für das Kind darstellen.

VIII. NACHUNTERSUCHUNGSERGEBNISSE DER KONSERVATIVEN BEHANDLUNG IN DER LITERATUR

Bevor auf Einzelheiten der Nachuntersuchungsergebnisse eingegangen wird, soll die Tabelle 5 eine Übersicht vermitteln.

1. Spontanausgleich

Darunter wird allgemein die Fähigkeit des wachsenden Skeletts, bestehende Fehlstellungen zu korrigieren, verstanden.

Die Größe des Spontanausgleichs ist neben dem Alter auch von der Frakturlokalisation abhängig; je distaler die Fehlstellung liegt, umso mehr wird sie korrigiert.

Das ist darauf zurückzuführen, daß die distalen Wachstumsfugen der Ulna und des Radius jeweils 75 und 80 % des Längenwachstums des Unterarmes bewirken (MORSCHER, 1973).

Es wurde über Spontanausgleich von Achsenknickungen im distalen Drittel bei Kindern bis zum 7. Lebensjahr von 30 Grad berichtet (BLOUNT, 1957; MONTICELLI, 1966 und HOLZ, 1975).

STEINERT (1966) beobachtete sogar Spontanausgleich von 45 Grad im distalen Drittel bei Kindern unter 10 Jahren.

Achsenknickungen von mehr als 15 Grad im mittleren Drittel dürfen nicht toleriert werden (EHALT, 1961 und TROJAN, 1963).

A u t o r		Gesamtzahl	Sehr gutes Ergebnis	Gutes Ergebnis	Befriedigendes oder schlechtes Ergebnis	Subjektive Beschwerden	Refraktur	Pseudarthrose	Brückenkallos	Funktionseinbuße	Wachstum
Projan	(1963)	115	115			-		-	-		-
Buck*	(1966)	376	333	41	2		13	-	-		-
Dau	(1966)	94					9	-	-		-
Knobloch*	(1966)	298	298				8	-	-		
Steinert	(1966)	260	213	46	9		13	-	-		
Monticelli	(1966)	1167	1097				11	-	-		-
Mittelbach*	(1967)	75				3		-	-	15	
Deutsch*	(1968)	110				18				23	
Heyffarth	(1968)	197		197			2				
Mann*	(1969)	166	156			5	1	-	-	2	-
Herz.Fr.v. Elmendorff	(1971)	103				1	-	-	-	18	
Onocz	(1973)	580	548			22	15	-	-	10	
Pink	(1977)	78	66			7	-	-	-	5	-
Freuler*	(1978)	69	37			5	2	-	-	21	1- 1+
Stanković*	(1978)	272	261					-	-	11	
Eig. Ergebnisse:		95	74	13	6	8	4	-	-	9	14- 8+

Tab.5 : Übersicht der Nachuntersuchungsergebnisse der konservativen Behandlung in der Literatur.

Leeres Feld: Autor nahm keine Stellung.

* = et al.

Achsenknickungen im Sinne der Valgisierung und Varisierung werden weniger korrigiert und dürfen 10 Grad nicht überschreiten (TROJAN, 1963 sowie BRINKMANN et al., 1973).

Die Grenze des wachstumsbedingten Ausgleichs wird von BLOUNT (1957) sowie TEUTSCH et al. (1968) mit dem 10. - 12. Lebensjahr, von WEBER (1975) mit dem 12. - 14. Lebensjahr und von FINK (1977) mit dem 15. - 16. Lebensjahr angegeben.

Seitenverschiebungen um volle Schaftbreite gleichen sich aus (BÖHLER, 1951; BLOUNT, 1957 und STEINERT, 1966).

TROJAN (1963) schränkt ein, daß, wenn die Seitenverschiebung beider Unterarmknochen in entgegengesetzter Richtung erfolgt, nur eine halbe Schaftbreite hingenommen werden darf, weil das sonst stärkere Drehfehlstellung bedeutet, die zu einem Funktionsausfall führt. Er fügt hinzu, daß auch eine Einengung des Zwischenknochenraumes Funktionsverlust zur Folge haben wird.

BÖHLER (1951), BLOUNT (1957) und EHALT (1961) sind der Meinung, daß Verkürzungen keine Rolle spielen und sich im Laufe des Wachstums ausgleichen. Hingegen sieht MONTICELLI (1966) darin eine Indikation für die Operation.

Drehfehlstellungen gleichen sich nicht aus und sind in keinem Alter tolerierbar (BÖHLER, 1951; BLOUNT, 1957; MONTICELLI, 1966; STEINERT, 1966; MANN et al., 1969;

MUMENTHALER, 1973; WEBER, 1975 und andere).

TROJAN (1963) meint, daß leichte Drehfehler keinen Funktionsausfall zur Folge haben. BRUNNER (1974) meint hingegen, daß schon leichte Drehfehler zu wesentlichem Ausfall der Drehbewegung führen.

2. Längenwachstum

Es ist von den Brüchen der unteren Extremitäten bekannt, daß ein überschießendes Wachstum eintritt, dem man bei der Behandlung Rechnung tragen sollte, indem man Verkürzungen von 1 - 2 cm herbeiführt (TROJAN, 1963 und WEBER, 1975).

Das ist bei Frakturen des Unterarmes offensichtlich nicht der Fall, da hier sowohl Wachstumszunahme als auch Abnahme von verschiedenen Autoren beobachtet wurde (BRINKMANN et al., 1973 sowie FREULER et al., 1978).

TEUTSCH und PUSCHERT (1968) fanden unter 77 Kindern unter 10 Jahren ohne Deformheilung 21mal Minus-Wachstum der Ulna um durchschnittlich 0,5 cm. Sie vermuten, daß diese Minus-Variante Folge eines verstärkten Längenwachstums des Radius ist.

FINK (1977) beobachtete bei 78 konservativ und 5 operativ behandelten Kindern weder Minus- noch Plus-Wachstum.

3. Bleibende Gelenkschäden

BUCK et al. (1966) berichten über 2 Kinder mit bleibenden Gelenkschäden im Sinne ulnarer Klumphände nach iatrogenen Epiphysenschädigungen, die bei einer Nachreposition in der

3. Woche nach dem Unfall entstanden sind. Aus diesem Grunde wird vor Nachrepositionen jenseits des 15. Tages gewarnt.

4. Subjektive Beschwerden

Die Angaben über subjektive Beschwerden sind vielfältig und reichen von Angaben über Wetterföhligkeit, Unsicherheitsgeföhl, Ermödbarkeit bei schwerer Arbeit, Schmerzen bei Mehrbelastung und Sport bis hin zu Bewegungsschmerzen, wobei eine ernsthafte berufliche oder sportliche Behinderung nie angegeben wurde.

Die Häufigkeit in der Nachuntersuchungsliteratur schwankt zwischen 1 % (Herzog Freiherr von ELMENDORFF et al., 1971) und 15,9 % (TEUTSCH et al., 1968). Siehe Tabelle 5.

Als Ursachen wurden u.a. Achsenknickungen und Bewegungseinschränkungen genannt (TEUTSCH et al., 1968 und FINK, 1977). In vielen Fällen bleiben diese Beschwerden ohne einen objektivierbaren Befund.

5. Funktionseinbußen

Einen Überblick über die tatsächlich verbliebene Funktionseinbuße in der Nachuntersuchungsliteratur zu gewinnen, ist dadurch erschwert, daß sich die verschiedenen Autoren unterschiedlicher Maßstäbe bedienen. Während FREULER et al. (1978)

selbst Funktionsausfälle von 5 - 10 Grad angeben, begnügen sich KNOBLOCH et al. (1966) mit der Bemerkung, daß die verbliebenen Funktionseinbußen keine Beeinträchtigung sportlicher oder beruflicher Aktivität hervorrufen.

Am häufigsten ist die Unterarmdrehung eingeschränkt; hier überwiegt die Einschränkung der Pronation, gefolgt von der kombinierten Pronations- und Supinationshemmung und zuletzt kommt die Supinationshemmung.

Mit Abstand folgt die Einschränkung der Beweglichkeit des Handgelenkes und zuletzt die des Ellenbogengelenkes.

Siehe Tabelle 6.

Die Ursachen für den Funktionsverlust sind vorwiegend Verdrehungsfehler sowie Achsenknickungen, die mit Verschmälerung des Zwischenknochenraumes verbunden sind (TROJAN, 1963; MITTELBACH et al., 1967; TEUTSCH et al., 1968; MANN et al., 1969; BRUNNER, 1974 sowie STANKOVIĆ et al., 1978).

Aber auch die Spannungsänderungen der Membrana interossea durch u.a. Narbenbildungen und Schrumpfungen können zur Hemmung der Unterarmdrehung bis zur Drehsteife führen (KÜSSWETTER, 1979).

Schädigungen des distalen und des proximalen Radioulnargelenkes, Verletzungen des Diskus interarticularis des Handgelenkes, Gelenkkontrakturen und Muskelschädigungen können ebenfalls Ursachen von Funktionseinbußen der Unterarmdrehung und der benachbarten Gelenke sein (EICHLER, 1966).

A u t o r	Gesamtzahl der Nachuntersuchten	Gesamtzahl mit Funktionseinbußen	Funktionseinbuße der Pronation	Funktionseinbuße der Supination	Funktionseinbuße der Pronation und Supination	des Handgelenkes	des Ellenbogengelenkes	Prozentsatz der Funktions- einbußen	Prozentsatz der Einschrän- kung der Unterarmdrehung
Mittelbach* (1967)	75	8	4	1	1	2	2	10,7	8,0
Teutsch* (1968)	110	23	15	2	3	3		21,0	18,2
Mann* (1969)	166	2		1			1	1,2	0,6
Herz.Frh.von Elmendorff (1971)	103	18			4	8	6	17,5	3,9
Graudins* (1975)	15	2		1	1	1		13,3	13,3
Fink (1977)	78	4			4			5,0	5,0
Freuler* (1978)	69	21	18		3			30,4	30,4
Eigene Ergebnisse	95	10	3	2	4	1	3	10,5	9,5

Tab. 6: Übersicht über Funktionseinbußen in der
Nachuntersuchungsliteratur

* = et al.

6. Refraktur

Es wird von einer Refraktur gesprochen, wenn der Zweitbruch in der früheren Bruchebene erfolgt.

Es handelt sich dabei um einen Kallusbruch; d.h. der Knochen bricht an der alten Stelle durch Sprengung des noch nicht belastungsstabilen Kallus (BÜTTNER, 1948 und SEYFFARTH, 1966).

Die Refrakturen ereignen sich in den ersten 6 Monaten, spätestens ein Jahr nach dem ersten Unfall (SEYFFARTH, 1966) und werden von den Neubrüchen, Grenzzonenbrüchen und den Brüchen dystrophischer Knochen, streng abgegrenzt (BÜTTNER, 1948).

Die Angaben über die Häufigkeit der Refraktur in der Literatur sind unterschiedlich und schwanken zwischen 0,6 % (MANN et al., 1969) und 13 % (GRUBER et al., 1979).

BÜTTNER (1948) findet die Ursache der Refraktur in der zu kurzen und ungenügenden Ruhigstellung sowie in der Achsenfehlstellung. Es sei bekannt, daß sich der Kallus vorzugsweise auf der konkaven Seite des Bruches bildet, während sich auf der unter Zugspannung stehenden Gegenseite vornehmlich Abbauvorgänge abspielen; der Verknöcherungsvorgang auf dieser Seite beansprucht also mehr Zeit.

Wird der Gipsverband entfernt, so kommen neue Zug-, Torsions- und Scherkräfte, die den Abbauvorgang unterhalten und damit den Verknöcherungsvorgang über Monate hinaus-

zögern, ein Vorgang, der bei Erwachsenen zur Bildung einer Pseudarthrose führt. Das erklärt auch die wenigen nach vielen Monaten auftretenden Refrakturen.

SEYFFARTH (1966) sowie BUCK et al. (1966) schließen sich an und fordern wie BÜTTNER, eine Ruhigstellungsdauer von 3 Monaten.

STEINERT (1966) sieht hauptsächlich mechanische Momente als Ursache der Refraktur und empfiehlt 4monatige Befreiung vom Turn- und Sportunterricht. Er fügt hinzu, daß ältere Kinder mit Querfrakturen des mittleren Drittels besonders gefährdet sind. BLOUNT (1957) sieht die Ursache der Refraktur neben dem mechanischen Moment in den Gewohnheiten des Kindes. Wenn das Kind hinfällt, versucht es sich mit der Hand aufzufangen, die kein Spielzeug hält.

GRUBER und VON LAER (1979) lehnen die zu kurze Ruhigstellungsdauer und die Achsenfehlstellung als Ursache für die Refraktur ab und nehmen an, daß die unvollständige Reposition der Grünholzfrakturen die wichtigste Ursache für die Refraktur ist; wenn der Grünholzbruch nicht in vollständige Fraktur umgewandelt wird, steht die eine noch nicht durchbrochene Seite auch bei korrekter Achse unter Kompression und somit mit guter Kallusbildung, während die andere Seite lange Zeit ohne genügende Kallusbildung bleibt. Der Zustand dieses Knochens gleicht einem mit einer Kerbe versehenem Stab. Aus den physikalischen Gesetzen

ist bekannt, daß sich die zulässige Biegebeanspruchung eines Stabes mit einer Kerbe um die 4. Potenz der Differenz zwischen Stabdurchmesser und Kerbdurchmesser verringert. Aus diesem Grunde empfehlen sie, daß alle Grünholzfrakturen vollständig durchgebrochen werden und halten eine Ruhigstellung von mehr als 6 Wochen für überflüssig.

7. Pseudarthrosen

Bei der konservativen Behandlung kommt eine Pseudarthrose im Wachstumsalter so gut wie nie vor, weil der kindliche Knochen über so große Regenerationspotenz verfügt, daß Diastasen und Interponaten, die sonst beim Erwachsenen zur Pseudoarthrosenbildung führen, vom kindlichen Knochen überbrückt werden (BLOUNT, 1957; EHALT, 1961 und REHN, 1974) und weil der Periostschlauch in den meisten Fällen nicht vollständig zerreißt (MITTELBACH et al., 1966).

REHN (1974) warnt vor wiederholten Repositionen, denn durch das wiederholte Zerreißen des jungen Kallusgewebes kann es zur Erschöpfung der Regeneration und zur Pseudoarthrosenbildung kommen. Als weitere Ursachen für Pseudoarthrosen nennt er ungenügende Ruhigstellung, Sperrwirkung des einen Knochens und Infekte.

Siehe Tabelle 5.

8. Brückenkallus

Brückenkallus im Wachstumsalter ist so gut wie unbekannt. MITTELBACH et al. (1967) führen das auf den fast immer erhaltenen Periostschlauch zurück.

IX. KOMPLIKATIONEN BEI KONSERVATIVER BEHANDLUNG IN DER LITERATUR

Es wurde über zwei erhebliche Drucknekrosen (MITTELBACH et al., 1967) und zwei ischämische Kontrakturen (KNOBLOCH et al., 1966 und HÖNIG et al., 1966) berichtet.

Eines der Kinder mit den ischämischen Kontrakturen litt zusätzlich unter schwerem Schädelhirntrauma und war fortwährend bewußtlos gewesen.

BÖHLER (1951) und BLOUNT (1957) fordern die Revision des Gipsverbandes bei Schmerzpersistenz, da die Gefahr der ischämischen Kontraktur groß ist. BÖHLER fügt hinzu, daß die ischämische Kontraktur bei Unterarmbrüchen im Gegensatz zu denen bei suprakondylären Oberarmbrüchen immer eine vermeidbare Behandlungsfolge ist.

BRUNNER et al. (1978) meinen, daß Kinder weniger schmerzempfindlich als Erwachsene sind. Eine Schmerzpersistenz muß als höchstes Alarmzeichen betrachtet werden.

Weiterhin wurde über zwei epiphysäre Schädigungen bei Nachrepositionen in der 3. Woche nach dem Unfall (BUCK et al.

1966) sowie über leichte Läsion des Nervus medianus und Nervus ulnaris bei konservativer Behandlung einer Unterarmfraktur des proximalen Drittels (MANN et al., 1969) berichtet.

X. INDIKATIONSSTELLUNG ZUR OPERATION IN DER LITERATUR

Die Indikationsstellung zur Operation beim Kind ist eine ganz andere als beim Erwachsenen. Abgesehen von dem wachstumsbedingten, je nach Alter des Kindes und Lokalisation des Bruches unterschiedlichem Spontanausgleich, führt eine länger dauernde Ruhigstellung im Gipsverband zu keiner dauernden Muskelatrophie oder Gelenkkontrakturen (REHN, 1973 und WEBER, 1975).

Bei frischen geschlossenen Brüchen wird die Indikation zur Operation erst gestellt, wenn durch die Repositionsversuche keine annehmbare anatomische Stellung erreicht wird, oder wenn sich die Fragmente nach erfolgter Reposition mit den üblichen konservativen Maßnahmen nicht halten lassen (WILLENEGGER, 1965; FUCHS, 1966; SCHÄFER, 1966; MONTICELLI, 1966; DAUM, 1974; HELBIG, 1975; SIMON et al., 1975; BRUG, 1978 sowie RETTIG et al., 1978).

Es werden allgemein zwei Repositionsversuche durchgeführt (TEUTSCH et al., 1968 sowie GRAUDINS et al., 1975).

Führen diese nicht zum Ziel, so darf mit der Operation nicht lange gezögert werden, weil die Ergebnisse sonst

schlechter werden (EHALT, 1966 und RETTIG et al., 1978).

Die Indikation zur primären Osteosynthese ist gegeben, wenn gleichzeitig eine Subluxation des distalen oder proximalen Radioulnargelenkes besteht (BLOUNT, 1957; BÖHLER, 1969 sowie Mann et al., 1969), gleichzeitig eine Oberarmfraktur vorliegt (HÖNIG et al., 1966) oder ein Polytrauma bzw. schweres Schädelhirntrauma festzustellen ist (RENNE und WELLER, 1974; HELBIG, 1975; WEBER, 1975; KUNER, 1975 und BRUG, 1978).

Veraltete Frakturen mit nicht tolerierbaren Achsenknickungen oder Drehfehlern sind weitere Indikationen zur Operation (DAU, 1966; MITTELBACH et al., 1971; WILHELM et al., 1971 sowie SIMON et al., 1975).

Bei der Behandlung offener Brüche empfehlen TEUTSCH et al. (1968), BRINKMANN et al. (1973), KUNER (1975), TSCHERNE (1977) sowie BRUNNER und WEBER (1978) die primäre Osteosynthese, denn die exakte Ruhigstellung vermindere die Bildung von Weichteilnekrosen und begünstige die Wundheilung. WILHELM und RUEFF (1971), REHN (1973) sowie SIMON et al. (1975) führen gegen die Primärosteosynthese offener Brüche an, daß die Infektionsrate sehr groß ist. Erst nach Wundheilung darf die Osteosynthese bei gegebener Indikation erfolgen.

HELBIG (1975) führt eine primäre Osteosynthese bei offenen

Brüchen durch, nur wenn gleichzeitig Sehnen-, Nerven- oder Gefäßverletzungen bestehen.

XI. OPERATIVE THERAPIE IN DER LITERATUR

Die Indikation zur Operation bedeutet nicht die zur Osteosynthese. So gibt es Autoren, die die Operation in Ausnahmefällen, wenn die konservative Therapie bei älteren Kindern nicht zum Ziele führt, billigen, jedoch eine Metallfixation ablehnen (BLOUNT, 1957 und STEINERT, 1966).

Wenige Autoren (HÖNIG et al., 1966; SEYFFARTH, 1968 sowie MANN et al., 1969) nehmen nur eine Metallfixation vor, wenn die Fragmente nach offener Reposition keine Stabilität zeigen.

Die meisten Autoren (siehe unten) streben aber bei einem operativen Eingriff die Metallfixation zumindest an einem der beiden Knochen an.

Es wurde hauptsächlich über drei operative Verfahren berichtet:

WILLENEGGER (1965), KNOBLOCH und MACH (1966), SIMON et al. (1975) und HELBIG (1975) empfehlen die intramedulläre Schienung mit Kirschner-Drähten, möglichst ohne blutige Einrichtung.

BRINKMANN et al. (1973), HOLZ (1975) und WEBER (1975) schließen sich an, schränken aber das Verfahren auf jüngere Kinder ein.

Die Kirschner-Drähte müssen, wenn die Wachstumsfuge nicht umgangen werden kann, senkrecht darauf eingebohrt werden. WEBER (1975) meint, daß wegen des kleinen Durchmessers des Kirschner-Drahtes und seiner glatten Oberfläche eine ernstzunehmende Beschädigung der Wachstumsfuge nicht zu befürchten ist. Er fügt hinzu, daß sich die Seitenverschieblichkeit in annehmbaren Grenzen hält, da die Dichte der kindlichen Spongiosa größer ist als die des Erwachsenen. Hingegen besteht keine Rotationsstabilität. HOLZ (1975) meint dazu, daß die ausreichende Anpassung der Bruchstücke und nicht die feste Vereinigung bei Kindern im Vordergrund stehe. Eine übungsstabile Osteosynthese sei bei Kindern nicht erforderlich und manchmal sogar gefährlich, weil die Kinder evtl. vorzeitig wegen mangelnder Vorsicht oder Einsicht belasten würden (BRINKMANN et al., 1973). Dieses Verfahren sei gewebsschonender und gefährde die periostale Durchblutung nicht, was bei der Plattenosteosynthese nicht der Fall sei (SIMON et al., 1975).

FUCHS (1966) und DAU (1966) setzen ausschließlich Rushpins ein, weil mit diesem Verfahren eine Verletzung der Wachstumsfuge immer vermeidbar sei. Dadurch wird der Entschluß zur Operation erleichtert. MITTELBACH et al. (1971) setzen den Rushpin nur bei langstreckigen Trümmerfrakturen und offenen Brüchen ein, wenn die Platte wegen Weichteildefekten nicht gedeckt werden kann.

Alle Autoren empfehlen bei beiden Verfahren die Ruhigstel-

lung im gespaltenen Oberarmzirkulärgips oder einer dorsalen Oberarmgipsschiene für 4 - 6 Wochen, einige 8 Wochen.

RETTIG et al. (1978) geben der Plattenosteosynthese den Vorzug, weil bei dem Marknagel und Rushpins sowohl mangelnde Stabilität als auch große Gefahr der Wachstumsfugenverletzung besteht. TEUTSCH et al. (1968) sowie MITTELBACH et al. (1971) schließen sich an und meinen, daß sie dabei weniger Defektheilungen und Pseudoarthrosen beobachteten. HOLZ (1975) und WEBER (1975) halten die Plattenosteosynthese bei Jugendlichen für die Methode der Wahl, denn mit einem Spontanausgleich bei 12- bis 14-jährigen ist nicht mehr zu rechnen. Die Ablösung des Periosts muß dabei sparsam erfolgen (HOLZ, 1975).

XII. NACHUNTERSUCHUNGSERGEBNISSE DER OPERATIVEN BEHANDLUNG IN DER LITERATUR

Die meisten Autoren (siehe Tabelle 7) haben auf eine scharfe Trennung der Nachuntersuchungsergebnisse konservativ und operativ behandelter Kinder verzichtet. Die nächsten Ausführungen befassen sich aus diesem Grunde nur mit den Besonderheiten der operativen Therapie und sind als Ergänzung für das unter Ergebnisse der konservativen Therapie Besprochene zu betrachten.

Bleibende Gelenkschäden und Brückenkallus wurden nach operativer Versorgung nicht festgestellt.

Für das Längenwachstum ergibt sich außer der Beobachtung

von KURZ et al. (1971) über ein Kind mit Minuswachstum von 2 cm nach Kirschnerdrahtosteosynthese, die nach Rush-technik durchgeführt wurde, keine Besonderheiten.

Subjektive Beschwerden wurden auch hier festgestellt und auf Bewegungseinschränkung, Achsenknickung (SEYFFARTH, 1968 und MANN et al., 1969) sowie Knochenspornbildung (SEYFFARTH, 1968) zurückgeführt. (Siehe Tabelle 7).

Nicht weniger häufig sind Funktionseinbußen, denn durch den operativen Eingriff mit Kirschnerdraht und Rushpins-osteosynthese oder gar ohne Metallfixation werden die Ursachen der Bewegungseinschränkung einschließlich der Drehfehlstellung nicht immer beseitigt (SEYFFARTH, 1968 sowie BRINKMANN et al., 1973). Es fällt hier auf, daß sich die Einschränkung der Unterarmdrehung und die der Handgelenksbewegung die Waage halten, während die Einschränkung der Unterarmdrehung nach konservativer Therapie überwiegt. (Siehe Tabelle 8).

DAU (1966) und FINK (1977) betonen, daß die operative Therapie keine Besserung der Funktionsergebnisse bringt.

Als sehr häufig wurde das Vorkommen der sonst bei Kindern fast unbekannten Pseudoarthrose bezeichnet (BÜHLER, 1951; BLOUNT, 1957 und TROJAN, 1963). Ursachen sind unzureichende Ruhigstellung mit Kirschnerdrähten oder Rushpins; auch die damit verbundene Zerstörung der endostalen Blutversorgung soll eine Rolle spielen (MITTELBACH et al., 1971;

A u t o r		Gesamtzahl	Sehr gute Ergebnisse	Gute Ergebnisse	Befriedigendes oder schlechtes Ergebnis	Verzögerte Heilung	Pseudoarthrose	Infekt	M. Sudeck	Subjektive Beschwerden	Funktionseinbuße
Dau	(1966)	7				7					
Knobloch*	(1966)	6	6								
Steinert	(1966)	8							1		
Schäfer	(1966)	21	16								5
Monticelli	(1966)	72					3	2			
Seyffarth	(1968)	7				7				2	1
Mann*	(1969)	20	18			1			1	1	1
Kurz*	(1971)	34	28	5	1						1
Koncz	(1973)	3				-	-	-	-		1
Simon*	(1975)	35	33			-	-	-	-	-	2
Fink	(1977)	5					-	-		-	
Freuler*	(1978)	2	2			-	-	1	-	-	-
Rettig*	(1978)	75					2				
Stankovic*	(1978)	11	8								3
Eigene Ergebnisse		21	13	4	4	1	2	-	-	3	4

Tabelle 7: Übersicht der Nachuntersuchungsergebnisse operativ behandelter Kinder in der Literatur. Leere Felder bedeuten, daß der Autor keine oder keine genaue Aussage gemacht hat.

* = et al.

- = kein Befund.

A u t o r		Gesamtzahl der Nachuntersuchten	Gesamtzahl mit Funktionsverlust	Funktionseinschränkung					Muskelminderung
				der Pronation	der Supination	der Pronation u. Supination	des Handgelenks	des Ellenbogengelenkes	
Schäfer	(1966)	21	5			1	3		1
Seyffarth	(1968)	7	1				1		
Mann*	(1969)	20	1				1		
Kurz*	(1971)	34	1			1			
Koncz	(1973)	3	1	1					
Simon*	(1975)	35	2			2			
Eigene Ergebnisse		21	4	-	3	1	-	-	-

Tabelle 8: Häufigkeitsverteilung der Bewegungseinschränkung
nach operativer Behandlung

* = et al.

TSCHERNE , 1977 und RETTIG et al., 1978). Bei der Plattenosteosynthese sind ausgedehnte Ablösungen des Periosts mit Zerstörung der periostalen Durchblutung sowie mangelhafte Technik mit Schrauben- und Plattenlockerung als Ursache zu sehen (HELBIG, 1975; SIMON et al., 1975 sowie SINGER et al., 1979). Auch Durchblutungsstörungen durch Drahtumschlingung, Infekt, Druck auf das Lagergewebe der Platte, Korrosion und Metallose wurden diskutiert (TROJAN, 1963; DAU, 1966 und VOORHOEVE, 1975). Siehe Tabelle 7.

XIII. KOMPLIKATIONEN BEI OPERATIVER BEHANDLUNG IN DER LITERATUR

Außer einer sehr großen Infektionsrate (BÜHLER, 1951; BLOUNT, 1957 und REHN, 1973) und verzögerter knöcherner Heilung (BÜHLER, 1951; BLOUNT, 1957; EHALT, 1961; SEYFFARTH, 1968 sowie MANN et al., 1969) wurden Pseudarthrosen (siehe oben), Morbus Sudeck (STEINERT, 1966 sowie MANN et al., 1969) und gestörtes Längenwachstum (KURZ et al., 1971 und SIMON et al., 1975) beobachtet. Siehe Tabelle 7.

XIV. EIGENES MATERIAL UND METHODIK

In den Jahren 1971 bis 1978 wurden in der Chirurgischen Klinik des Klinikums Minden 296 Kinder bis zum 14. Lebensjahr mit kompletten Unterarmfrakturen behandelt. 92 Fälle mit Wulst- und Grünholzfrakturen waren problemlos und konnten ambulant behandelt werden. 204 kamen in die stationäre Behandlung. Diese Arbeit befaßt sich gerade mit dieser negativen Auslese, wobei 9 Kinder von dieser Untersuchung ausgeschlossen wurden, da ihre Unterlagen keine ausreichende Auskunft gaben. Siehe Tabelle 9.

Als Unterlagen dienten die Krankengeschichten, die Röntgenbefunde und die Röntgenbilder.

Wir sind bei den Nachuntersuchungen von folgenden Kriterien ausgegangen:

Unfallursache, Unfallhergang, verletzte Seite, Alter des Kindes, Nebenverletzungen, Bruchart, Bruchform, Bruchlokalisation, Bruchverschiebung, evtl. Gelenkbeteiligung, Röntgenbefund vor und nach der Behandlung, Art der konservativen Behandlung, Häufigkeit der Einrichtungen, Komplikationen nach konservativer Behandlung.

Bei der operativen Behandlung wurden berücksichtigt:

Zeit von der Klinikaufnahme bis zur Operation,

Operationsmethode,

Osteosynthese beider oder nur eines Knochens,

Komplikationen bei und nach operativer Behandlung,

Zeit bis zur Freigabe zu Bewegungsübungen, subjektive Beschwerden, Beurteilung der Hautbeschaffenheit, der Operationsnarbe, falls vorhanden, vergleichende Umfangsmessungen und Vermerkung vorhandener Achsenfehler, sodann wurde die Kraft beider Unterarme im Seitenvergleich untersucht: Das Kind und der Nachuntersucher beugen die Finger zu Haken, die ineinander greifen. Bei 90 Grad gebeugtem Ellenbogen wird das Kind aufgefordert, die Hände des Untersuchers abwechselnd zu ziehen, wobei der Untersucher dosierten Widerstand leistet und die Kraft abschätzt. Anschließend werden die Beugung, die Streckung der Ellenbogengelenke und der Handgelenke sowie die Unterarmdrehung gegen Widerstand ebenfalls im Seitenvergleich durchgeführt. Kraftminderung oder evtl. auftretende Schmerzen werden vermerkt.

Die Elle wurde von der Olekranonspitze bis zur Spitze des *Prozessus styloideus ulnae* im Seitenvergleich gemessen. Die Prüfung der Funktion des Hand- und Ellenbogengelenkes sowie der Unterarmdrehung erfolgte nach der Neutral-Null-Methode.

Neben der Prüfung der Beweglichkeit der Finger und des vollständigen Faustschlusses wurde ein neurologischer Status des Unterarmes unter Berücksichtigung aller drei Unterarmnerven erhoben.

Die Röntgenuntersuchung wurde nur veranlaßt, wenn Spätaufnahmen nicht zur Verfügung standen.

XV. ÄTIOLOGIE

Die kompletten Unterarmbrüche bei Kindern sind mit 44,4 % die zweithäufigsten Unterarmbrüche nach der Radiusfraktur (siehe Tabelle 9).

Bruchart	Kinderzahl			
	Amb.	Stat.	Gesamt	Prozentsatz
Radius- u. Ulnafraktur	92	204	296	44,4 %
Radiusfraktur allein	256	53	309	46,4 %
Ulnafraktur allein	9	7	16	2,4 %
Radiusepiphysiolyse	5	8	13	2,0 %
Radiusfraktur mit Epiphysiolyse	2	4	6	0,9 %
Radiusköpfchenfraktur	8	14	22	3,3 %
Monteggia-Schaden	0	4	4	0,6 %
Gesamt	372	294	666	100,0 %

Tabelle 9: Verteilung der verschiedenen Brucharten des Unterarmes bei Kindern im eigenen Krankengut.

137 Frakturen ereigneten sich nach Unfällen bei Ski, Rodel, Eislauf, Roller, Rollschuh, Skateboard, Handball und Fußball.

Bei 21 Kindern konnten Sturzunfälle vom Bett, Stuhl, Tisch, Baum, Mauer und Pferd sowie Sturz von der Treppe registriert werden.

Der Sturz mit dem Fahrrad führte 13mal zur Fraktur.

Insgesamt waren 5 Verkehrsunfälle zu verzeichnen.

19 Kinder verunglückten durch Straßennässe, Glätte, Streit mit anderen Kindern und 2 davon bei landwirtschaftlicher Tätigkeit.

Die Knaben mit 124 waren gegenüber den Mädchen mit 71 Fällen deutlich bevorzugt. Ebenso lag eine Bevorzugung der linken Seite mit 112 gegenüber der rechten mit 83 Fällen vor.

In dieser kleinen Gruppe von 195 Kindern zeigte sich die Tendenz, daß eine stetige Zunahme der kompletten Unterarmfraktur bis zum 6. Lebensjahr erfolgt. Ab 7. Lebensjahr wurde eine auffällig sprunghafte Zunahme registriert. Vom 8. bis einschließlich des 11. Lebensjahres besteht eine fast gleichmäßige Verteilung. Jenseits des 11. Lebensjahres erfolgt eine Abnahme (Siehe Abbildung 1).

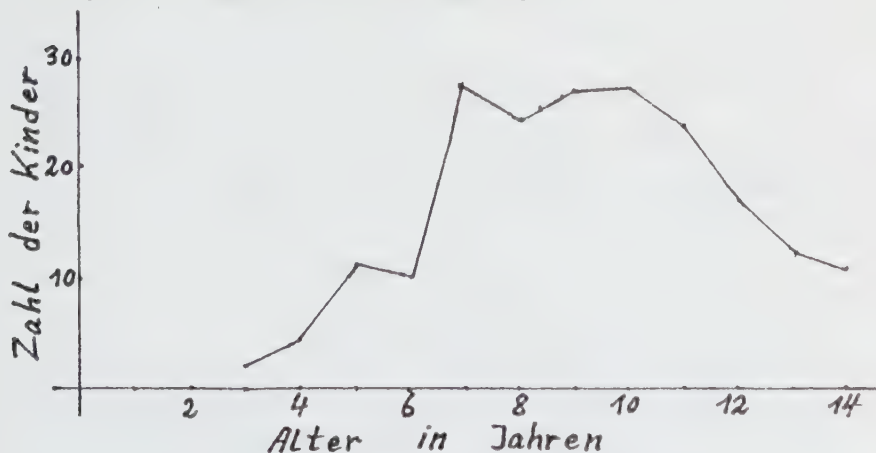


Abb. 1: Tendenz der Altersverteilung kompletter Unterarmbrüche bei Kindern bis zum 14. Lebensjahr im eigenen Krankengut.

XVI. UNFALLMECHANISMUS

Ein genauer Unfallhergang läßt sich oft nicht erheben. Wir nehmen an, daß die meisten Brüche durch indirekte Gewalteinwirkung - meistens Sturz auf die gestreckte Hand - entstehen. Ein besonderer Unfallhergang für die Entstehung der Brüche in den proximalen Anteilen des Unterarmes konnte in keinem Fall festgestellt werden. Eine direkte Gewalt- einwirkung als Ursache für das Frakturgeschehen konnten wir nur in 2 Fällen mit Sicherheit feststellen.

XVII. DIAGNOSTIK

Zur Diagnosestellung wurden Röntgenaufnahmen des Unterarmes - immer mit Darstellung beider benachbarter Gelenke - in 2 Ebenen angefertigt. Bestand ein klinischer oder ein röntgenologischer Verdacht auf eine Gelenkbeteiligung, so wurden gezielte Gelenkaufnahmen - meistens mit Vergleichsaufnahmen der gesunden Seite - durchgeführt.

XVIII. BRUCHFORMEN UND LOKALISATIONEN

Von 195 stationär behandelten kompletten Unterarmbrüchen waren 66 Grünholzfrakturen. Das sind 33,8 %. Ziehen wir aber auch die ambulant behandelten Kinder, die alle Grünholz- bzw. Wulstfrakturen hatten, in Betracht (siehe Tabelle 9), so sind die Grünholzfrakturen in unserem

Krankengut mit 53,4 % die häufigsten. Die Grünholzbrüche zeigten mit zunehmendem Alter eine abnehmende Tendenz, siehe Abbildung 2.

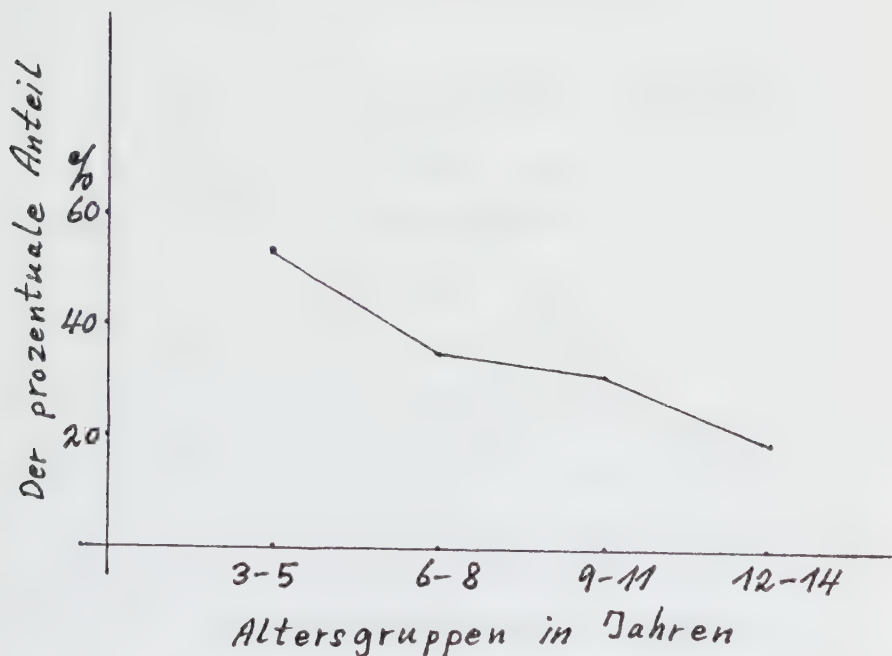


Abb. 2: Verteilung der Grünholzbrüche in Prozent auf die einzelnen Altersgruppen im eigenen Krankengut.

Die Querbrüche beider Knochen stellen mit 90 Fällen die überwiegende Zahl bei den stationär behandelten Fällen.

In 13 Fällen war die Querfraktur des Radius mit einer Schrägfraktur der Ulna kombiniert.

In 21 Fällen war die vollständige Fraktur des einen Knochens mit einer Grünholzfraktur des anderen kombiniert, wobei in 19 Fällen Querfrakturen des Radius mit Grünholzfrakturen der Ulna , aber nur in 2 Fällen Querfraktur der Ulna mit Grünholzfraktur des Radius, kombiniert waren.

Nur einmal konnte eine schräge Fraktur beider Knochen verzeichnet werden.

Stückfrakturen des einen Knochens konnten 2mal beobachtet werden - einmal bei einem 8jährigen und einmal bei einem 14jährigen.

Ebenfalls selten sind die 2 Trümmerbrüche, die jenseits des 12. Lebensjahres auftraten (siehe Tabelle 2).

Die Frakturen des distalen Drittels des Unterarmes sind mit 122 Fällen vertreten und sind somit die häufigsten. Im Bereich des mittleren Drittels ereignete sich die komplette Unterarmfraktur 7omal. Die Frakturen des proximalen Drittels sind mit 3 Fällen vertreten (siehe Tabelle 3).

In den meisten Fällen lagen beide Frakturen auf gleicher Höhe. Vereinzelt lag eine unterschiedliche Lokalisation vor, wobei in keinem Falle die Entfernung zwischen beiden Bruchspalten mehr als 7 cm war.

Unter 195 Fällen waren 4 offene Frakturen beobachtet worden.

XIX. BEGLEITENDE GELENK-, EPIPHYSENVERLETZUNGEN UND
ZUSÄTZLICHE VERLETZUNGEN.

Unter den 195 kompletten Unterarmfrakturen kam es in 11 Fällen zu begleitenden Gelenkverletzungen, wobei das Ellenbogengelenk häufiger betroffen war als das Handgelenk. Siehe Tabelle 10.

<u>Art der Verletzung</u>	<u>Zahl der Kinder</u>
Transkondyläre Oberarmfraktur	3
Perkondyläre Luxationsfraktur	1
Ellenbogengelenkluxation	1
Abrißfraktur des Epicondylus radialis Humeri	1
Abrißfraktur des Proc. styloideus Ulnae	2
Subluxationsfraktur des distalen Radio- ulnargelenkes	1
Subluxation des distalen Radioulnargelenkes	2
gesamt 11	

Tabelle 10: Begleitende Gelenk- und gelenknahe
Verletzungen bei kompletten Unterarmfrakturen
im eigenen Krankengut.

In 4 Fällen wurden Epiphysenlösungen der betroffenen Seite beobachtet; dreimal war die Radiusepiphyse und in einem Falle die Ulnaepiphyse betroffen.

Insgesamt wurden bei 9 Kindern zusätzliche Verletzungen

registriert, die keinen direkten Zusammenhang mit der kompletten Unterarmfraktur, wohl aber einen direkten Zusammenhang mit demselben Trauma haben. Siehe Tabelle 11.

<u>Art der Verletzung</u>	<u>Zahl der Kinder</u>
Radiusfraktur mit Epiphysiolyse der Gegenseite	1
Fraktur des II. Mittelhandknochens und Contusio cerebri	1
Schädelbasisfraktur mit Fraktur der Nasenwurzel, Quetschung der Riechbahnen, Liquorfistel und Schädigung des Frontallappens.	1
Oberschenkelfraktur mit Zungenzerreiung, Zahnschädigung und Pneumothorax.	1
Schwere Contusio cerebri mit Teilparese und geistiger Retardierung als Dauerfolge.	1
Patellafraktur	1
Commotio cerebri	2
Contusio cerebri	1
insgesamt	<u>9</u>

Tabelle 11: Zusätzliche Verletzungen bei kompletten Unterarmfrakturen im eigenen Krankengut.

XX. KONSERVATIVE THERAPIE.

Die kompletten Unterarmfrakturen bei Kindern und Jugendlichen bis zum 14. Lebensjahr wurden zunächst grundsätzlich

konservativ behandelt. Erst wenn die konservative Therapie nicht zum Ziele führte, wurden sie operiert.

Reine konservative Therapie wurde bei 169 Kindern durchgeführt; bei 3 Kindern wurden die Unterarmfrakturen konservativ, die begleitenden transkondylären Oberarmfrakturen operativ behandelt. Das sind 86,7 % der Fälle, wobei die ambulant konservativ behandelten unberücksichtigt bleiben.

In den meisten Fällen wurde in Allgemeinnarkose reponiert. Vereinzelt kam die Leitungsanästhesie und die Lokalanästhesie, wenn es sich um ältere Kinder handelte, zur Anwendung.

Die Reposition der Grünholzfrakturen bereitete in vielen Fällen keine Schwierigkeiten und führte durch Geradebiegen unter Berücksichtigung der Rotationsstellung des Unterarmes zum Ziel. In manchen Fällen war mit diesem Repositionsvorgang keine Wiederherstellung der Anatomie möglich, so daß die Grünholzfraktur zunächst in eine vollständige Fraktur umgewandelt wurde.

Die problemlosen Grünholzfrakturen wurden ambulant versorgt und werden hier nicht berücksichtigt. War nach erfolgter Reposition eine sekundäre Dislokation zu befürchten, oder wurde dabei eine Umwandlung in vollständige Fraktur vorgenommen, so wurde das Kind stationär behandelt.

Bei vollständigen Brüchen erfolgte die Reposition in 90 Grad Beugstellung des Ellenbogengelenkes, wobei zunächst Verkürzungen und Achsenknickungen durch manuellen Zug und Gegenzug behoben wurden. Seitliche Verschiebungen wurden durch direkten seitlichen Druck, Drehfehlstellungen durch Drehbewegungen des unter Zug stehenden Unterarmes ausgeglichen, wobei die unterschiedlich ansitzenden Muskelkräfte berücksichtigt werden:

Frakturen des proximalen Drittels werden in Supinationsstellung,

Frakturen des mittleren Drittels in Mittel- und

Frakturen des distalen Drittels in Pronationsstellung eingerichtet und ebenfalls in dieser Stellung mit Gips-schiene versorgt. Zuweilen konnten die Fragmente erst nach 90 Grad Abwinkelung nach dorsal bei gleichzeitigem Zug aufeinander gesetzt werden.

Bei stärkeren Verkürzungen und erschwerter Reposition wurde ein Extensionsgerät benutzt. Hierbei wurde das Frakturgebiet unter kontinuierlichem Dauerzug und laufender Bildwandlerkontrolle durch zusätzlichen seitlichen Zug und Druck reponiert und modelliert. Die Hand hängt mit Hilfe von Mädchenfängern an einem Extensionsgerät bei rechtwinklig-gebeugtem Ellenbogen. Um den Oberarm kommt ein geschlungener Gewichtszug von 3 - 5 kg, bis ein Längenausgleich eingetreten ist. Auf diese Weise wird manches Repositionsmanöver erheblich erleichtert. Die anschließende

Ruhigstellung in breiter dorsaler Oberarmgipsschiene erfolgt noch in Extension. Das Handgelenk wird bei Dislokationsneigung nach volar in stärkerer Dorsalflexion und umgekehrt bei Dislokationsneigung nach dorsal in volarer Beugung fixiert.

Danach wird der Arm hochgelagert oder hochgehängt.

Die Überwachung der Zirkulationsverhältnisse sind unbedingt zu fordern.

Bei der Einrichtung wurde immer versucht, eine Idealstellung zu erreichen. Aber selbst, wenn dies erreicht wird, muß mit erneuten Dislokationen gerechnet werden. Die Grünholzfrakturen - ambulante problemlose Fälle nicht berücksichtigt - zeigten deutlichere Neigung zur sekundären Dislokation als die vollständigen Frakturen; auf 66 Grünholzfrakturen entfielen 26 erneute Achsenknickung. Diese hielten sich jedoch in den meisten Fällen in tolerierbaren Grenzen, so daß nur in 5 Fällen nachreponiert werden mußte. Hingegen zeigten die 106 vollständigen Frakturen nur in 22 Fällen erneute Verschiebungen, wobei aber 18 Fälle eine Nachreposition erforderlich machten. Darunter waren die Kombinationsbrüche. Querfraktur des einen mit Schrägfraktur des anderen Knochens - relativ stark vertreten.

Von 150 einmaligen Repositionen führten 138 zum Ziel, während 13 erhebliche sekundäre Dislokationen zeigten, so daß die operative Intervention notwendig wurde.

Von 31 zweimaligen Repositionen waren 23 erfolgreich -
8 Fälle wurden der Operation zugeführt.

Von 3 dreimaligen Repositionen konnte nur ein Fall konservativ behandelt werden, während 2 Fälle anschließend wegen erheblicher Dislokationen operiert werden mußten.

7 Kinder hatten geringe bzw. keine Verschiebungen, so daß auf eine Einrichtung verzichtet werden konnte. Sie kamen in die stationäre Behandlung wegen zusätzlicher Verletzungen. Ein Kind wurde durch dreimalige Repositionsversuche nach Osteosynthesematerialentfernung wegen Verdacht auf Osteomyelitis konservativ behandelt - das konservative Vorgehen war in diesem Falle zwingend (Siehe unter Komplikationen bei operativer Therapie).

Tabelle 12 zeigt die Repositionshäufigkeit der rein konservativ behandelten kompletten Unterarmfrakturen.

<u>Zahl der Fälle</u>	<u>Repositionshäufigkeit</u>
7	0
138	1
23	2
1	3
169 Fälle insgesamt	

Tabelle 12: Repositionshäufigkeit bei konservativ behandelten kompletten Unterarmfrakturen

Hindernisse für die Fortsetzung der konservativen Therapie waren Retentionsschwierigkeiten im Gipsverband unmittelbar nach der Einrichtung bei unstablen Frakturen, Periost-, Fascien- und Muskelinterponate - diese Kinder wurden schon am Unfalltag operiert - sowie erhebliche sekundäre Dislokationen, aber auch nicht exakte Wiederherstellung der Anatomie bei Subluxation des distalen Radio-ulnargelenkes war ein weiterer Grund.

Die meisten Kinder mit unannehmbaren sekundären Dislokationen wurden Dank der Röntgenkontrolle am 3. und 7. Tag nach der Reposition rechtzeitig erfaßt und ohne unnötige Verzögerung der Operation zugeführt.

Bei 3 Kindern wurden diese Röntgenkontrollen unschulmäßig unterlassen, so daß sie verspätet operiert wurden. Ebenfalls 2 Kinder, bei denen dreimalige Repositionsversuche vorgenommen wurden, kamen erst in der 2. Woche nach dem Unfall zur Operation.

Die Röntgenkontrollen erfolgen unmittelbar nach der Einrichtung, am 3. und 7. Tag danach und anschließend wöchentlich bis zur knöchernen Konsolidierung.

Die schnelle knöcherne Konsolidierung der kindlichen Fraktur machte diese kurzfristigen Röntgenkontrollen erforderlich, Später entdeckte Dislokationen lassen sich nur schwer nachreponieren. Auch die Ergebnisse der operativen Therapie werden schlechter.

Die Ruhigstellung erfolgte in den allermeisten Fällen - wie Tabelle 13 zeigt - in einer dorsalen Oberarmgips-schiene. In 16 Fällen wurde ein gespaltener Oberarmzirkulär-gips und nur in einem Falle eine dorso-volare Oberarm-gipsschiene angelegt.

<u>Zahl der Fälle</u>	<u>Gipsverband</u>
152	Dorsale Oberarmgipsschiene
16	Gespaltener Oberarmzirkulärgips
1	Dorso-volare Oberarmgipsschiene
169 insgesamt	

Tabelle 13: Art des Gipsverbandes bei konservativer
Behandlung kompletter Unterarmfrakturen

Die Ruhigstellungsdauer war in Abhängigkeit von Bruchform, Bruchlokalisation und Alter des Kindes durchschnittlich 3 - 6 Wochen.

Je jünger das Kind ist und je weniger Verschiebung die Fraktur aufweist, desto kürzer wird die Dauer der Ruhigstellung sein.

Weder nach operativem noch nach konservativem Vorgehen wurde eine Nachbehandlung durchgeführt. Eine Ausnahme machten 2 Kinder mit postoperativer schwerer Schwellung

mit Schwäche der Extensorengruppe des Unterarmes:

Hier kamen neben medikamentöser Therapie mit Reparil und neurotrophen Vitaminen krankengymnastische Bewegungsübungen unter Anleitung zur Anwendung.

Nach Gipsabnahme bzw. bei der Entlassung nach operativer Versorgung mit übungsstabilen Osteosynthesen wurden die Kinder darauf hingewiesen, den verletzten Arm für 3 bis 4 Monate zu schonen und während dieser Zeit vom Sportunterricht fern zu bleiben.

Ebenfalls wurde vor Massagen gewarnt.

Bäder kamen in keinem Falle zur Anwendung.

XXI. NACHUNTERSUCHUNGSERGEBNISSE DER KONSERVATIVEN BEHANDLUNG.

Von den 169 konservativ behandelten Kindern konnten wir 95 nachuntersuchen. Das ist 56,2 % der Fälle. Die Altersangaben in den folgenden Darstellungen beziehen sich immer auf das Alter beim Unfall.

1. Spontanausgleich

Wegen Repositionshindernissen oder sekundärer Dislokationen, die nicht erneut eingerichtet wurden, wurden 29 leichte, 13 mäßige und 4 starke Achsenfehler, sowie 12 leichte, 21 mäßige und 2 starke Seitenverschiebungen in Kauf genommen. Nur in einem Falle wurde eine Drehfehlstellung akzeptiert. Diese Fehlstellungen wurden nur toleriert,

wenn anhand des Kindesalters ein Spontanausgleich zu erwarten war.

Als leichter Achsenfehler wird eine Achsenknickung bis 5 Grad im mittleren und proximalen Drittel und bis 10 Grad im distalen Drittel bezeichnet, als mäßig ein Achsenfehler bis 10 Grad im mittleren und 15 Grad im distalen Drittel und als stark ein Achsenfehler von 20 Grad und mehr. Die Seitenverschiebungen bis eine drittel Schaftbreite werden als leicht, bis halbe Schaftbreite als mäßig und über eine halbe Schaftbreite als stark bezeichnet.

Achsenknickungen und Seitenverschiebungen bei einem Patienten wurden zweimal gerechnet.

Bei der Nachuntersuchung haben wir festgestellt, daß Achsenknickungen im distalen Drittel bis 20 Grad bei Kindern bis zum 10. Lebensjahr folgenlos ausgeglichen werden. Bis zu diesem Alter lassen sich Achsenknickungen bis 10 Grad auch im mittleren Drittel spontan korregieren. Bei den 12 bis 14jährigen ist kaum noch mit einem Spontanausgleich zu rechnen; hier blieben Achsenknickungen von 10 - 20 Grad unausgeglichen und waren insbesondere im mittleren Drittel kosmetisch störend. Nicht immer führten unausgeglichene Achsenknickungen zum Funktionsausfall, selbst wenn diese klinisch sichtbar waren (Fall Nr. 53).

Bei einem 11jährigen Kind mit Achsenknickung der Ulna von 20 Grad bei guter Achse des Radius im distalen Drittel erfolgte der Ausgleich, wobei aber Supinations- und Prona-

tionseinschränkung zu verzeichnen waren (Siehe Tabelle 15, Fall Nr. 44).

Die belassenen Seitenverschiebungen führten in keiner Altersstufe zum Funktionsausfall. Die Seitenverschiebung des Radius um eine halbe Schaftbreite, der Ulna um eine drittel Schaftbreite unter Einengung des Zwischenknochenraumes im proximalen Drittel bei einem 14jährigen Kind hatte jedoch Pronations- und Supinationshemmung zur Folge (Siehe Tabelle 15, Fall Nr. 132).

Wie oben erwähnt, wurde nur in einem Falle ein Rotationsfehler akzeptiert. Es handelt sich hier um ein achtjähriges Kind, das zusätzlich ein schweres Schädelhirntrauma sowie gleichzeitige Hemiparese links hatte. Bei der Nachuntersuchung 8 Jahre nach dem Unfall wurde eine Pronationshemmung von 45 Grad bei vollständig zurückgegangener Hemiparese und deutlicher geistiger Retardierung festgestellt (Siehe Tabelle 15, Fall Nr. 9).

2. Längenwachstum

Von den 116 nachuntersuchten Kindern boten 94 keine Seitendifferenz der Ellenlänge an.

22 Kinder zeigten Seitendifferenzen wie folgt:

Bei 8 Kindern bestand ein Minus von je 0,5 cm gegenüber dem unverletzten Unterarm,

bei 6 Kindern ein Minus von je 1 cm,

bei 5 Kindern ein Plus von 0,5 cm gegenüber dem unverletzten Unterarm, bei 3 Kindern ein Plus von je 1 cm. Darunter waren 4 operierte Kinder, die zweimal ein Plus von je 0,5 cm und zweimal ein Minus von je 1 cm aufwiesen.

3. Bleibende Gelenkschäden

Von den Kindern, die im Gefolge von kompletten Unterarmfrakturen Gelenkverletzungen desselben Unterarmes erlitten haben, sind 2 mit Verletzungen des distalen Radio-ulnargelenkes und 5 mit Verletzungen des Ellenbogengelenkes zur Nachuntersuchung erschienen.

Ein 9-jähriger Knabe erlitt 1973 eine Querfraktur des distalen Drittels des linken Unterarmes mit Subluxation des distalen Radioulnargelenkes. 1971 hatte er ebenfalls eine distale Radiusfraktur links gehabt. Zuvor, nämlich 1966, hatte das Kind bei einem Verkehrsunfall ein schweres Schädelhirntrauma mit Erblindung beider Augen als Dauerfolge und linksseitige Hemiparese erlitten, die vollständig zurückgegangen ist. Die Behandlung der kompletten Unterarmfraktur mit der Subluxation erfolgte nach stufenloser Reposition durch Ruhigstellung in gespaltenem Oberarmzirkulärgips.

Das Kind klagt noch 6 Jahre nach dem Unfall über Kraftminderung der linken Hand bei einwandfreier Funktion des Unterarmes und der angrenzenden Gelenke (Fall Nr. 31).

Ein 14-jähriger Knabe brach sich 1974 beide Unterarmknochen im distalen Drittes des rechten Unterarmes. Dabei wurde

eine Subluxation des distalen Radioulnargelenkes mit kleiner Abrißfraktur aus der hier artikulierenden Radiusgelenkfläche festgestellt. Die Behandlung erfolgte konservativ mit Ruhigstellung in einer dorsalen Oberarmgipsschiene. Bei der Nachuntersuchung wurde neben einer Supinationshemmung von 35 Grad, eine Streck- und Beugehemmung des Ellenbogengelenkes um jeweils 20 und 15 Grad sowie eine Beugehemmung des Handgelenkes von 40 Grad festgestellt. Zusätzlich sind die Ab- und Adduktion des Handgelenkes um jeweils 20 und 5 Grad eingeschränkt (Fall Nr. 58).

3 Kinder im Alter von 2 mal 6 und 1 mal 7 Jahren mit je einer Ellenbogenluxation, einer perikondylären Luxationsfraktur, einer transkondylären Humerusfraktur als Begleitverletzung bei gleichzeitiger Unterarmfraktur, boten bei der Nachuntersuchung 8,5 und 2 Jahre nach dem Unfall normale Anatomie und Funktion.

Anders waren die Verhältnisse bei einem 14-jährigen Mädchen, das neben der kompletten Fraktur des mittleren Drittels des rechten Unterarmes eine schwere Distorsion des Ellenbogengelenkes erlitten hatte. Hier klagte das Mädchen 6 Jahre nach dem Unfall über nicht zu lokalisierende Schmerzen am Unterarm. Der objektive Befund ergab eine Pronationshemmung von 10 Grad (Fall Nr. 32).

Ein 8-jähriger Knabe mit kompletter Fraktur des distalen Drittels des linken Unterarmes und transkondylärer Humerus-

fraktur als Begleitverletzung vor 1 1/2 Jahren bot bei der Nachuntersuchung eine Beugehemmung des Ellenbogengelenkes von 20 Grad. Subjektive Beschwerden bestanden nicht (Fall Nr. 144).

4. Subjektive Beschwerden

8 Kinder klagten über subjektive Beschwerden in Form von ziehenden, nicht lokalisierbaren Schmerzen am Unterarm.

3 davon gaben direkte Witterungsabhängigkeit an.

Keines der Kinder fühlte sich durch die Schmerzen in irgendeiner Weise behindert.

Bei einem Kind lag eine Refraktur in der Anamnese vor, bei 2 Gelenkbeteiligungen: Schwere Ellenbogendistorsion und perkondyläre Luxationsfraktur, bei weiteren 2 Kindern lag eine Hemmung der Unterarmdrehung bis 20 Grad vor.

Alle Kinder erfuhren nur eine einmalige Reposition. Alle Altersgruppen sind vertreten, wobei ältere Kinder relativ deutlich bevorzugt werden.

5 der 8 Kinder hatten Frakturen des mittleren Drittels bzw. proximalen Drittels (siehe Tabelle 14).

Fall-Nr.	Alter	Bruchform und Lokalisation	Z	N
7	6	Querfr. des mittl. Drittels	1	8
32	14	" " " "	1	6
46	4	Grünholzfr. " "	1	6
59	10	" distal."	1	5
65	7	Querfr. des distal.Drittels	1	5
132	14	Radiusstück- u. Ulnaquerfr. des proximalen Drittels	1	2
194	13	Radiusquer- u. Ulnagrünholz- fraktur dist. Drittels	1	0,5
145	10	Grünholzfr. mittl. Drittel	1	1,5

Tabelle 14: Übersicht über die Kinder mit subjektiven Beschwerden.

Fr. = Fraktur

Drit. = Drittel

Z = Zahl der Repositionen

N = Nachuntersuchungszeit in Jahren

5. Funktionseinbußen

Insgesamt zeigten 10 Kinder Funktionseinbußen. Die Einschränkung der Unterarmdrehbewegung, allein oder in Kombination mit anderen Funktionsausfällen, ist mit 9 Fällen am häufigsten betroffen:

3 Kinder zeigten Pronationshemmung zwischen 10 und 45 Grad.

4 Kinder hatten Pronations- und Supinationshemmungen zwischen 10 und 30 Grad.

2 Kinder ließen neben Supinationshemmung von 35 und 40 Grad Bewegungseinschränkungen beider oder eines der benachbarten Gelenke feststellen.

Ein Kind zeigte Streck- und Beugehemmung des Ellenbogengelenkes von jeweils 25 Grad (siehe Tabelle 15).

Wie aus der Tabelle 15 hervorgeht, ist die Ursache der Funktionseinbußen in den meisten Fällen feststellbar und kann nicht in allen Fällen auf die Unterarmfraktur allein zurückgeführt werden. So hatte ein Kind (Fall Nr. 9) neben der kompletten Unterarmfraktur des mittleren Drittels des linken Unterarmes ein schweres Schädelhirntrauma mit geistiger Retardierung als Dauerfolge sowie jetzt klinisch vollständig zurückgegangener linksseitiger Hemiparese vor 8 Jahren erlitten. Die Pronationshemmung von 45 Grad kann nicht mit Sicherheit allein auf den belassenen leichten bis mäßigen Rotationsfehler zurückgeführt werden. Im Falle Nr. 47 blieb die Ursache ungeklärt. Wir nehmen hier Weichteil-

Fall-Nr.	Alter	Funktionseinbuße	Evtl. Ursache
9	8	Pron. 45 Grad	Rotationsfehler, Folge der Hemiparese nach Schädelhirntrauma?
32	14	Pron. 10 Grad	Schwere Ellenbogengelenkdistorsion.
47	9	Pron. 10 Grad	?
44	11	Pron./Sup. 10/30 Grad	Achsenknickung der Ulna bei guter Achse des Radius (Rotation).
132	14	Pron./Sup. 15/20 Grad	Seitenverschiebung beider Knochen unter Einengung des Knochenzwischenraumes im proximalen Drittel.
146	13	Pron./Sup. 15/10 Grad	Achsenknickung. Neufraktur 4 Jahre nach dem 1. Unfall
160	9	Pron./Sup. 15/10 Grad	Achsenknickung, Refraktur.
30	11	Sup., Streck- u. Beugehemmung des Ellenbogengelenkes 40/30/10 Grad	3 Jahre nach der Unterarmfraktur offene Ellenbogenfraktur
58	14	Hemmung der Sup. um 35, der Streckung und Beugung des Ellenbogengelenkes um 20 u. 15, der Beugung des Handgelenkes um 40, der Ulnar- und Radialduktion um 20 u. 5 Grad.	Subluxationsfraktur des distalen Radioulnargelenkes
144	8	Streck- und Beugehemmung des Ellenbogengelenkes 5/20 Grad	Transkondyläre Humerusfraktur

Tabelle 15: Übersicht über Kinder mit Funktionseinbußen und evtl. Ursache der Bewegungseinschränkung.
Siehe Tabelle 16.

schädigungen, insbesondere der Membrana interossea an. Auffällig ist der hohe Anteil der älteren Kinder an Funktionseinbußen. Die Abbildung 3 veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Fehlergebnisse in den verschiedenen Altersgruppen der konservativ behandelten nachuntersuchten Kinder. Miteinbezogen sind auch die Kinder mit subjektiven Beschwerden.

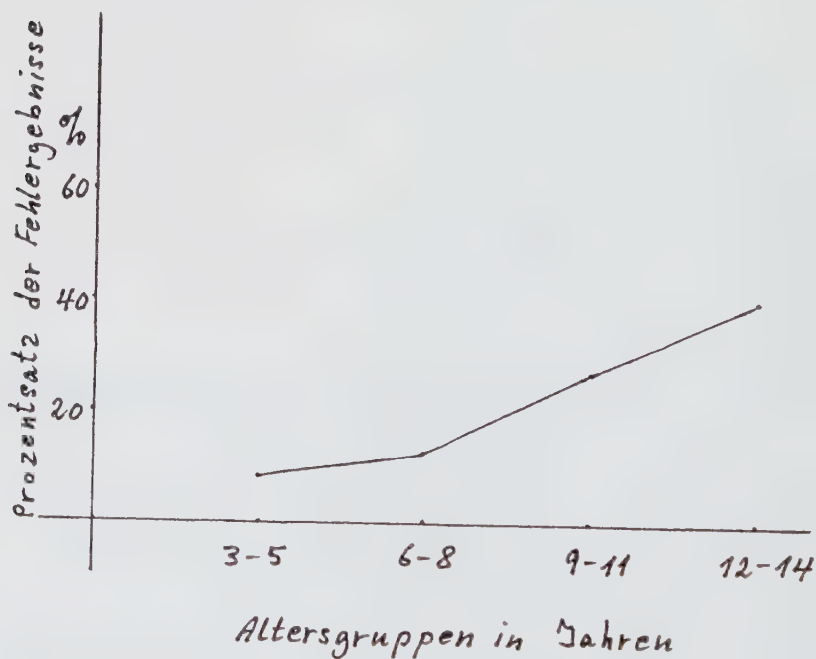


Abbildung 3: Prozentuale Verteilung der Fehlergebnisse in den verschiedenen Altersgruppen der konservativ behandelten nachuntersuchten Kinder. Hier wurden auch die Ergebnisse, die als gut bezeichnet wurden, miteinbezogen. (Siehe Definition S. 72!).

Während in der Vorschulaltersgruppe nur 8 % der Fälle als Fehlergebnisse zu registrieren sind, sind es unter stetiger Zunahme 40 % in der Altersgruppe der 12 bis 14-jährigen. Es liegt ebenfalls eine Bevorzugung des mittleren Drittels vor. (Siehe Tabelle 16). Dies wird deutlich, wenn wir bedenken, daß 62,6 % der Frakturen im distalen Drittel lokalisiert sind.

Fall-Nr.	Bruchform und Lokalisation	N	Z
9	Querfr. mittl. Dritt. li.	8	1
32	" " " re.	6	1
47	Grünholzfr. mittl. Dritt. re.	6	1
44	" distal. Drit. li.	6	2
132	Radiusstück- und Ulnaquerfraktur prox. Drittel li.	2	1
146	Radiusquer- und Ulnaschrägfraktur distal Drittel links	1,5	2
160	Grünholzfraktur mittleres Drittel re.	1,5	2
30	Querfraktur mittleres Drittel re.	6	2
58	Trümmerfraktur dist. Drittel re. mit Subluxationsfraktur des distalen Radioulnargelenkes	5	1
144	Querfraktur dist. Dritt. li.	1,5	2

Tabelle 16: Ergänzung zu Tabelle 15 - Beziehung der Funktionseinbuße zur Frakturlokalisation und Nachuntersuchungszeit in Jahren sowie Frakturform.

N : Nachuntersuchungszeit in Jahren

Z : Zahl der Repositionen

6. Refraktur

3 der 4 Refrakturen ereigneten sich 4 - 6 Wochen nach Abnahme des Gipsverbandes, eine Refraktur etwa 6 Monate danach.

Die Ruhigstellung im Gipsverband dauerte 4 - 6 Wochen.

In 3 Fällen war die Fraktur im mittleren und einmal im distalen Drittel lokalisiert. Unter den 4 Kindern mit Refrakturen hatten 2 Grünholzfrakturen.

Fall-Nr.	Alter	Bruchform	Lokalisation	Gipsbehandl. in Wochen	Refraktur in Wochen
7	6	Querfr.	Mittl.Drit.	4	26
121	11	Grünholz- fraktur	Dist. Drit.	4	5
160	9	Grünholz- fraktur	Mittl. Drit.	5	6
161	9	Querfr.	Mittl. Drit.	6	5

Tabelle 17: Übersicht über die Refrakturen.

Refraktur in Wochen: Zeitpunkt der Refraktur
in Wochen nach Beendigung der Gipsbehandlung.

Fr. = Fraktur, Mittl. = Mittleres.

Dist. = Distales, Drit. = Drittel.

Wie aus der Tabelle 17 hervorgeht, scheinen Grünholzfrakturen sowie Frakturen des mittleren Drittels bevorzugt zu sein.

Dies wird deutlich, wenn wir 33 nachuntersuchten Kindern mit Grünholzfrakturen 62 nachuntersuchte Kinder mit vollständigen Frakturen gegenüberstellen. Ebenfalls wird die Bevor-

zugung des mittleren Drittels sehr deutlich, wenn wir bedenken, daß 62,6 % der Frakturen im distalen, während nur 35,9 % der Frakturen im mittleren Drittel lokalisiert sind.

Bei der Nachuntersuchung stellten wir bei Fall Nr. 7 außer subjektiven Beschwerden normale Anatomie und Funktion fest, beim Fall 160 sichtbare Achsenknickung nach volar mit Pronations- und Supinationseinschränkung um jeweils 15 und 10 Grad. Die Achsenknickung wurde als Überkorrektur von 20 Grad bei Dislokationsneigung nach dorsal belassen.

Die anatomischen und funktionellen Verhältnisse bei den Fällen 121 und 161 sind ideal.

7. Pseudarthrosen

Unter allen konservativ behandelten Frakturen beobachteten wir keinen verzögerten knöchernen Durchbau oder Pseudoarthrose.

8. Brückenkallus

Die Gefahr eines Brückenkallus sahen wir nur einmal bei einem 8-jährigen Kind mit Querfraktur des mittleren Drittels des linken Unterarmes bei seitlicher Verschiebung unter Einengung des Knochenzwischenraumes gegeben.

Die operative Versorgung wurde von den Eltern trotz des Hinweises auf diese Gefahr abgelehnt. Das Kind erschien nach zweimaliger Einladung nicht zur Nachuntersuchung.

XXII. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE KONSERVATIV BEHANDELTEN KINDER

Das Behandlungsergebnis wird als sehr gut bezeichnet, wenn sowohl anatomisch als auch funktionell ideale Verhältnisse vorliegen.

Treten bei idealen anatomischen und funktionellen Verhältnissen subjektive Beschwerden, Refraktur in der Anamnese, Achsenknickungen ohne Funktionseinbußen oder normale Anatomie, aber Funktionseinbußen von max. 10 Grad auf, so wird das Ergebnis als gut bezeichnet.

Treten 2 der oben erwähnten negativen Faktoren zusammen, so wird das Ergebnis als befriedigend bezeichnet.

Sind mehr als 2 negative Faktoren bei einem Kind kombiniert, oder ist eine Funktionsminderung von mehr als 20 Grad festzustellen, so wird das Ergebnis als schlecht bezeichnet.

1. Grünholzfrakturen

Die 33 nachuntersuchten Kinder mit Grünholzfrakturen boten folgendes Ergebnis:

26 Kinder mit sehr gutem Ergebnis,

6 Kinder mit gutem Ergebnis,

1 Kind mit befriedigendem Ergebnis.

2. Vollständige Frakturen

Von den 62 nachuntersuchten Kindern mit vollständigen Frakturen zeigten :

48 Kinder ein sehr gutes Ergebnis,

7 Kinder ein gutes Ergebnis,
4 Kinder ein befriedigendes Ergebnis,
1 Kind ein schlechtes Ergebnis,
2 Kinder konnten bei der Verwertung der Ergebnisse
nicht miteinbezogen werden, weil bei ihnen zusätz-
liche erhebliche Verletzungen vorlagen, die das Zurück-
führen des Ergebnisses allein auf die Unterarmfraktur
unmöglich machten. Beide Kinder hatten nach schweren
Schädelhirntraumen Hemiparesen der betroffenen Seite in
der Anamnese oder als Begleitverletzung.

Insgesamt war das Ergebnis der konservativen Behandlung
wie folgt, wobei zu erwähnen ist, daß es sich hierbei um
eine negative Auswahl handelt, denn die problemlosen Fälle
wurden ambulant versorgt und werden hier nicht berücksich-
tigt:

77,9 % der Kinder mit sehr gutem Ergebnis,
13,7 % der Kinder mit gutem Ergebnis,
5,3 % der Kinder mit befriedigendem Ergebnis,
1,1 % der Kinder mit schlechtem Ergebnis,
2,1 % der Kinder mit nicht verwertbarem Ergebnis.

XXIII. KOMPLIKATIONEN BEI KONSERVATIVER THERAPIE

Bei einem 11-jährigen Knaben mit Ulnaquerfraktur und
Radiusstückfraktur im mittleren Drittel des rechten
Unterarmes kam es im gespaltenen Oberarmzirkulärgips
zu einer hochgradigen Schwellung mit schwerer Durch-

blutungsstörung, die rechtzeitig beseitigt werden konnte, so daß es zu keiner ischämischen Kontraktur oder Drucknekrose kam. Es wurden sonst keine Komplikationen beobachtet, insbesondere keine Gefäß- oder Nervenläsionen.

XXIV. INDIKATIONSSTELLUNG ZUR OPERATION

Die Indikationsstellung zur Operation bei kompletten kindlichen Unterarmfrakturen wird fast immer verzögert, d.h. erst nach Mißlingen der konservativen Behandlungsversuche gestellt. Von den 26 operativ versorgten Kindern wurden nur 3 mit unstabilen Frakturen der Operation ohne vorherige Repositionsversuche zugeführt (siehe Tabelle 18).

<u>Zahl der Kinder</u>	<u>Repositionsversuche</u>
3	0
13	1
8	2
2	3

Gesamt 26

Tabelle 18: Zahl der Repositionsversuche vor
Indikationsstellung zur Operation.

Insgesamt wurden 26 Kinder operativ versorgt, das ist 13,3 % aller Fälle. Berücksichtigen wir die ambulant behandelten Kinder, so wurden nur 8,8 % der Kinder operiert.

Mit zunehmendem Alter und somit Reduzierung der Fähigkeit zum Spontanausgleich, ist es leichter gefallen, die Operationsindikation zu stellen. Die Abbildung 4 gibt Auskunft über die Häufigkeitsverteilung der Operation in den verschiedenen Altersgruppen.

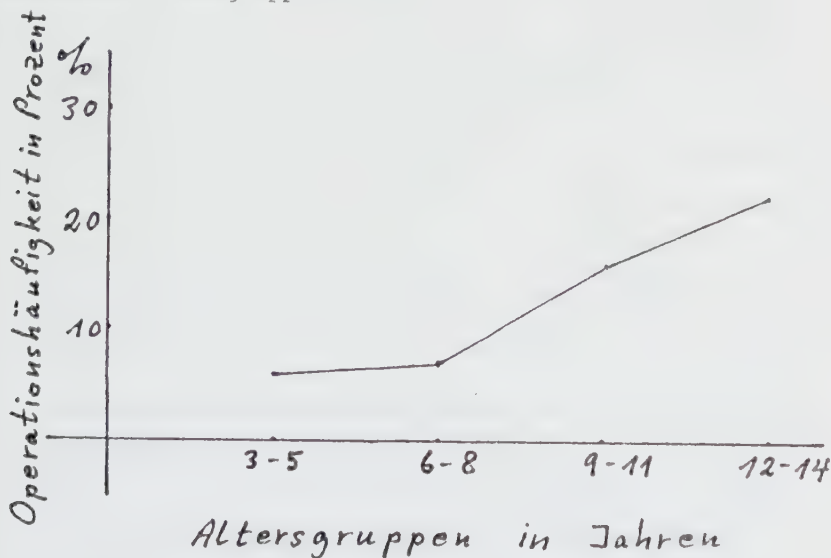


Abbildung 4: Veranschaulichung der zunehmenden Operationshäufigkeit mit zunehmendem Alter im eigenen Krankengut.

Bei den hier zu berücksichtigenden Kindern wurde die Operationsindikation aus folgenden Gründen gestellt:

a) Absolute Indikation:

1. irreponible Frakturen mit groben, nicht tolerierbaren Achsenverschiebungen oder Rotationsfehlern.
2. Frakturen mit Gelenkbeteiligung, die sich nur mit exakter anatomischer Stellung der Schaftfraktur beheben läßt und sich diese Stellung auf konservativem Weg nicht erreichen läßt, z.B. Subluxation des distalen Radioulnagelenkes.
3. nicht festzuhaltende Frakturen im Gipsverband nach gelungener Einrichtung mit groben sekundären Verschiebungen. Hier wurde der Entschluß zur Operation vor Ablauf einer Woche gefaßt.

b) Relative Indikation:

1. Frakturen mit mäßigen Rotationsfehlern, die sich auf konservativem Wege nicht beheben lassen.
2. un stabile Frakturen wurden in 3 Fällen ohne vorherige Repositionsversuche der Operation zugeführt.
3. polytraumatisierte Kinder zur Erleichterung der Pflege und der Behandlung der vorhandenen zusätzlichen Verletzungen.

Die begleitenden Ellenbogengelenkluxationsfrakturen und transkondylären Frakturen wurden immer mit Kirschnerdraht-osteosynthese versorgt, waren aber in keinem Falle eine

Indikation zur operativen Versorgung der Schaftfraktur selbst.

XXV. OPERATIVE THERAPIE

2 operative Verfahren kamen zur Anwendung:

AO-Platten und Kirschnerdrahtosteosynthese.

Während die Kirschnerdrähte nur bei Frakturen des distalen Drittels insgesamt 7mal verwendet wurden, wurden die AO-Platten 11mal bei Frakturen des distalen Drittels und 8mal bei Frakturen des mittleren Drittels eingesetzt.

Die 3 Frakturen des proximalen Drittels konnten konservativ behandelt werden.

In 15 Fällen wurden beide Unterarmknochen osteosynthetisch versorgt, in 9 Fällen nur der Radius und in 2 Fällen nur die Ulna.

Bei der Kirschnerdrahtosteosynthese erfolgte die Einrichtung immer geschlossen. Die Drähte wurden durch eine Hautinzision mit Hilfe des Bildwandlers eingebohrt. Der betroffene Unterarm wurde in dorsaler Oberarmgipsschiene bis zur knöchernen Heilung ruhiggestellt; im Durchschnitt 4 - 6 Wochen.

Bei der Plattenosteosynthese beider Knochen wird der betroffene Unterarm in dorsaler Oberarmgipsschiene bis zur Wundheilung ruhiggestellt. Nach 7 - 10 Tagen wird er mobilisiert. Das Kind und die Eltern wurden darauf hingewiesen,

daß jegliche stärkere Belastung unterbleiben muß.

Wurde aber die Osteosynthese nur an einem Knochen durchgeführt, so erfolgte die Ruhigstellung in dorsaler Oberarmgipsschiene ebenfalls 4 - 6 Wochen und bei verzögerter knöcherner Heilung entsprechend länger.

Die Röntgenkontrollen wurden direkt nach der Operation, eine Woche und drei Wochen danach sowie unmittelbar vor der Osteosynthesematerialentfernung veranlaßt.

Bei Plattenosteosynthesen wurden auch 8 Wochen später Röntgenkontrollen durchgeführt.

XXVI. NACHUNTERSUCHUNGSERGEBNISSE OPERATIV

BEHANDELTER KINDER

Von den 26 operativ versorgten Kindern kamen 21 zur Nachuntersuchung, das sind 80,8 % der Fälle. Es ist eine auffällig hohe Beteiligung im Vergleich zu den konservativ behandelten Kindern, von denen nur 56,2 % zur Nachuntersuchung kamen.

1. Längenwachstum

Wie wir unter Besprechung der konservativen Ergebnisse erwähnt haben, haben wir auch nach der operativen Versorgung sowohl Plus- als auch Minuswachstum beobachtet, wo bei der Mehrheit der Kinder (17 unter 21) weder überschießendes noch verzögertes Wachstum beobachtet werden konnte. Das Mehr- und Weniger-Wachstum blieb in physiologischen Grenzen.

2. Begleitende Gelenkschäden

Sowohl nach Plattenosteosynthesen als auch nach Kirschnerdrahtosteosynthesen hatten wir keine Gelenkschäden beobachtet.

Ein 13jähriges Mädchen mit kompletter distaler Unterarmfraktur und Subluxation des distalen Radioulnargelenkes, das deswegen der Plattenosteosynthese beider Unterarmknochen nach gescheitertem Repositionsversuch zugeführt wurde, erschien nicht zur Nachuntersuchung.

3. Subjektive Beschwerden

3 Kinder hatten geringe subjektive Beschwerden, die in keinem Falle eine bedeutende Belästigung darstellten. Das eine Kind klagte über gelegentliche ziehende, nicht zu lokalisierende Schmerzen am Unterarm.

Das 2. Kind klagte über leichte Sensibilitätsminderung an der Radialseite des mittleren und distalen Drittels des Unterarmes; postoperativ hatte das Kind eine schwere Schwellung mit Schwäche der Extensorengruppe des Unterarmes, die innerhalb 2 Wochen vollständig abgeklungen ist. Das 3. Kind klagte über gelegentliche Paraesthesien an der Radialseite des Handgelenkes (Ameisenlaufen).

Die Funktion des Unterarmes und der angrenzenden Gelenke war bei allen nicht eingeschränkt.

Der objektive Befund ergab zweimal verbreiterte und einmal hypertrophische Operationsnarben. Wie aus der Tabelle 19 ersichtlich ist, sind alle Kinder mit Plattenosteosynthesen versorgt worden. Ein Zusammenhang mit der Frakturlokalisation besteht nicht. Es handelte sich bei allen um ältere Kinder.

Fall-Nr.	Alter	Z	N	Frakturlokalisation	Belastungsmomente
74	14	1	4	Distal. Drit.	Verbreiterte Operationsnarbe nach Plattenosteosynthese.
164	11	2	1,5	Mittl. Drit.	Hypertrophische Narbe nach Plattenosteosynthese. (Zustand nach schwerer postoperativer Weichteilschwellung).
189	14	1	0,5	Dist. Drit.	Verbreiterte Operationsnarbe nach Plattenosteosynthese.

Tabelle 19: Übersicht über die Kinder mit subjektiven Beschwerden nach operativer Behandlung.

Z = Zahl der Repositionsversuche.

N = Nachuntersuchungszeitraum in Jahren.

Mittl. = Mittleres; Dist. = Distales.

Drit. = Drittel.

4. Funktionseinbußen

Bei vier operierten Kindern war die Funktionsminderung auf die Unterarmdrehung beschränkt. Die angrenzenden Gelenke waren frei. Die Funktionseinbußen bei den Kindern mit zweimaligem Repositionsversuch scheint viel häufiger zu sein. Dies wird deutlich, wenn wir in Betracht ziehen, daß nach dem ersten Repositionsversuch 13 Kinder gegenüber 8 Kindern nach dem zweiten Repositionsversuch operiert wurden. Wie die Tabelle 20 deutlich

macht, sind die Bewegungseinschränkungen bei Kindern zu finden, die kurze Zeit nach Beendigung der operativen Therapie nachuntersucht wurden.

Fall-Nr.	Alter	Z	N	Bruchlokalisation	Objektiver Befund, evtl. Belastungsmomente
187	10	1	1	Dist.Drit.	Supinationshemmung von 45 Grad, Plattenosteosynthese.
190	11	2	0,5	Mittl.Drit.	Pronations- und Supinationshemmung von 30 und 40 Grad, Plattenosteosynthese.
191	11	2	0,5	Mittl.Drit.	Supinationshemmung von 20 Grad, Reverplattung wegen Ulnapseudarthrose.
195	8	2	0,5	Dist.Drit.	Supinationshemmung von 45 Grad, Kirschnerdraht-Osteosynthese.

Tabelle 20: Funktionseinbußen nach operativer Behandlung.

Z = Zahl der Repositionsversuche

N = Nachuntersuchungszeitraum in Jahren

Dist. = Distales

Mittl. = Mittleres

Drit. = Drittel

5. Refraktur

Nach operativer Behandlung beobachteten wir keine Refrakturen.

6. Pseudarthrosen

Es wurden 2 Ulnapseudarthrosen nach Plattenosteosynthese beobachtet (Siehe Tabelle 21).

Fall-Nr.	Alter	Z	N	Frakturlokalisation	Evtl. Ursache
183	7	2	1,5	Mittleres Drittel	Schrauben- und Plattenlockerung
191	11	2	0,5	Mittleres Drittel	Schrauben- und Plattenlockerung

Tabelle 21: Pseudarthrosen nach operativer Behandlung.

Z = Zahl der Repositionsversuche.

N = Nachuntersuchungszeitraum in Jahren.

Beim Fall 191 erfolgte die knöcherne Konsolidierung 2 1/2 Monate nach Reverplattung mit autologer Spongiosaplastik. Außer einer Minderung der Supination um 20 Grad, wie wir unter Funktionseinbußen bereits erwähnten, bestand eine einwandfreie Anatomie und Funktion.

In beiden Fällen ist die knöcherne Heilung des Radius normal verlaufen.

Bei dem Fall 183 handelt es sich um einen außergewöhnlich temperamentvollen Knaben, der sich während des Familienurlaubs in Spanien beim Spielen am 24. 7.78 eine komplette stark dislozierte Fraktur des mittleren Drittels des

rechten Unterarmes zuzog. Die dort nach mißlungenem Repositionsversuch vorgeschlagene Operation wird von den Eltern wegen der kurz bevorstehenden Rückreise nach Deutschland abgelehnt. Am 31. 7. 78 kommt das Kind in unsere stationäre Behandlung. Da eine zufriedenstellende Einrichtung nicht gelang, wurden beide Unterarmknochen mit je einer AO-Platte versorgt.

Nach glattem postoperativem Heilverlauf wurde das Kind nach entsprechender Anweisung, den Unterarm zu schonen, in Anwesenheit der Eltern 2 Wochen nach der Operation entlassen. Während des stationären Aufenthaltes fiel das Kind mit außergewöhnlicher Aktivität auf; so hing er z.B. seinen aufgehängten Unterarm am ersten postoperativen Tag ab, um das Bett verlassen zu können. Während die knöcherne Heilung am Radius normal verlief, entwickelte sich eine Ulnarpseudarthrose mit Platten- und Schraubenlockerung. Am 14.12.78 erfolgte eine Reverplattung der Ulna mit autologener Spongiosaplastik aus der linken Crista iliaca. Am 15. 5. 1979 fiel das Kind auf die rechte Hand und zog sich eine Ulnarefraktur mit Bruch der AO-Platte zu. Am 17.5.1979 wurde die zweite Reverplattung der Ulna mit autologer Spongiosaplastik aus dem rechten Trochantermajor durchgeführt. Das Kind erhielt zusätzlich einen Oberarmgipsverband.

Am 9. 7. 1979 ergibt die Röntgenkontrolle noch keine Zeichen für eine knöcherne Konsolidierung bei gutem Sitz des Osteosynthesematerials. Daher wurde erneut ein Gipsverband angelegt. 8 Wochen später bei deutlichen Zeichen der

knöchernen Konsolidierung wurde der Gipsverband gewechselt. Am 12. 11. 1979 fiel das Kind auf die rechte Hand und zog sich eine Ulnarefraktur mit Platten-Bruch zu, wobei der Gipsverband ebenfalls durchbrach.

Die dritte Reverplattung erfolgte Mitte Januar 1980 mit autologer Spongiosa aus der rechten Crista iliaca. Mitte April 1980 trat die knöcherne Konsolidierung der Ulnapseudarthrose bei noch liegender AO-Platte ein. Anfang Juli 1980 wurde das Osteosynthesematerial entfernt. Die Pronation und die Supination sind um jeweils 20 und 25 Grad eingeschränkt. Die angrenzenden Gelenke sind frei.

7. Brückenkallus

Wie nach konservativer Behandlung beobachteten wir auch hier keine Brückenkallusbildung.

XXVII. KOMPLIKATIONEN NACH OPERATIVER BEHANDLUNG

1. Infektionen

Es wurden in keinem Falle Infektionen beobachtet. Wegen des röntgenologischen Verdachts auf Osteomyelitis nach Kirschnerdrahtosteosynthese bei distaler Unterarmfraktur wurden die Kirschnerdrähte entfernt. Der intraoperativ durchgeführte Abstrich war auch nach Bebrütung steril. Trotzdem wurde auf eine operative Versorgung nach sekundärer Dislokation verzichtet. Für uns war die konservative Therapie in diesem

Falle zwingend. Dreimalige Repositionsversuche führten zum Ziel. Das Kind erschien nicht zur Nachuntersuchung.

2. Verzögerte Heilung

Eine verzögerte knöcherne Heilung wurde einmal bei einem 14jährigen Knaben mit Unterarmfraktur des distalen Drittels beobachtet. Nach zwei Repositionsversuchen wurden beide Unterarmknochen etwa 2 Wochen nach dem Unfall mit AO-Platten versorgt. Die röntgenologische Kontrolle ergibt auch 6 Monate nach der Operation keine ausreichende knöcherne Heilung bei Schrauben- und Plattenlockerung. Nach 6wöchiger Ruhigstellung im Oberarmgipsverband tritt die knöcherne Konsolidierung ein, so daß der Gipsverband entfernt werden konnte. 4 Monate später erfolgt die Plattenentfernung. Die Nachuntersuchung ergibt normale anatomische und funktionelle Verhältnisse.

3. Pseudarthrosen

Unter den 26 operierten Kindern beobachteten wir 2 Ulnapseudarthrosen nach Plattenosteosynthese, die bereits besprochen wurden.

4. Morbus Sudeck

In keinem Falle trat ein Morbus Sudeck auf.

5. Nervenschäden

Unter den 26 operierten Kindern traten 2mal schwere Schwel-

lungen des Unterarmes mit Schwäche der Extensorengruppe auf, die sich binnen 2 Wochen nach der Operation zurückgebildet haben. Die Frakturen waren einmal im mittleren und einmal am Übergang des mittleren zum distalen Drittels. Die Operation wurde einmal nach dem 3. und einmal nach dem 2. Repositionsversuch durchgeführt. Trotz der vorübergehenden Schwäche der Extensoren konnte neurologischerseits keine Nervenschäden festgestellt werden.

XXVIII. ÜBERSICHT DER NACHUNTERSUCHUNGSERGEBNISSE UND KOMPLIKATIONEN OPERATIV BEHANDELTEN KINDER

Unter den 21 nachuntersuchten Kindern fanden wir:

13 Kinder mit sehr gutem Ergebnis,

d.h. normale anatomische und funktionelle Verhältnisse.

4 Kinder mit gutem Ergebnis:

hierunter führten wir die Kinder mit subjektiven Beschwerden und ein Kind mit Minderung der Supination um 20 Grad.

3 Kinder mit befriedigendem Ergebnis: alle haben hier eine Funktionsminderung von mehr als 20 Grad.

1 Kind, das oben bereits zitiert wurde, möchte ich besonders hervorheben. Hier kam es erst nach zweijähriger Behandlung zur Ausheilung einer Ulnapseud-Arthrose mit befriedigendem funktionellen Ergebnis.

Somit boten 81 % der Kinder sehr gute bis gute Ergebnisse.

Komplikationen:

Unter den 26 operativ versorgten Kindern wurden folgende Komplikationen ausschließlich nach Plattenosteosynthese festgestellt:

1. 1 Fall mit verzögerter knöcherner Heilung an der Ulna.
2. 2 Fälle mit Ulnapseudarthrosen.
3. 2 Fälle mit schwerer Schwellung und vorübergehender Schwäche der Extensorengruppe des Unterarmes.

XXIX. DISKUSSION

In der Chirurgischen Klinik des Klinikums Minden wurden in den Jahren 1971 bis 1978 195 Kinder mit kompletten Unterarmfrakturen stationär behandelt; davon sind 169 konservativ, 26 operativ, versorgt worden.

Es wurden die Unterlagen aller Kinder ausgewertet, aber nur 116 Kinder konnten nachuntersucht werden. Davon waren 95 konservativ und 21 operativ behandelt worden.

Sichere statistische Daten sind nicht möglich, denn durch die notwendige Aufschlüsselung in operativ und konservativ behandelte, Aufschlüsselung nach Bruchform, Lokalisation und verschiedenen Altersgruppen, würden die Patientengruppen zu klein.

Obwohl den Zahlen der Ergebnisse keine Signifikanz zugeschrieben werden kann, sind Tendenzen dennoch erkennbar.

Es ist ebenfalls wichtig zu erwähnen, daß es sich bei beiden Gruppen um negative Auswahl handelt, denn die problemlosen Fälle wurden ambulant versorgt und finden hier keine Berücksichtigung.

Zu II. Ätiologie:

In Übereinstimmung mit vielen Autoren (Siehe Tabelle 1) fanden wir, daß die komplette Unterarmfraktur bei Kindern die häufigste Bruchform des Unterarmes ist. Sie wurde in der Literatur durchschnittlich mit 73,3 % angegeben. Ziehen wir jedoch auch die ambulant behandelten Fälle in Betracht (Siehe Tabelle 9), so stellen wir mit MUMENTHALER (1973) und DAVIS und GREEN (1976) fest, daß die Radiusfraktur die häufigste Frakturform des Unterarmes ist. Sie ist in unserem Krankengut mit 46,4 % vertreten.

Zusammen mit BORM (1961), STEINERT (1966) und SINGER et al. (1979) haben wir die Ursache der Fraktur in der überwiegenden Zahl bei Spielunfällen gefunden - etwa 70 % der Fälle. Hingegen waren die Verkehrsunfälle als Ursache selten und wurden von STEINERT (1966) sowie SINGER et al. (1979) mit 1 % angegeben; in unserem Krankengut kamen sie in 2,6 % der Fälle vor. Trotz der geringen Zahl darf ihre Bedeutung nicht unterschätzt werden, denn es liegen häufig zusätzliche schwerwiegende Verletzungen vor. So lag bei einem Kind zusätzlich ein schweres Schädelhirntrauma mit Schädelbasisfraktur, Nasenwurzelfraktur mit Liquorfistel und Quetschung

beider Riechnerven vor, die eine neurochirurgische Operation notwendig machte. Das Kind hatte schwere Störungen des Geruchsinns als Dauerfolge. Ein zweites Kind erlitt zusätzlich eine Oberschenkelfraktur, Zungenzerreißung, Zahnschädigung und Pneumothorax. Ein drittes Kind erlitt schwere Prellungen und ausgedehnte Hautabschürfungen. 2 Kinder blieben von zusätzlichen Verletzungen verschont.

BORM (1961) stellt in der Alterskurve eine ständige Zunahme der Unfälle bis zum 12. Lebensjahr fest mit anschließendem Abfall im 13. und 14. Lebensjahr, so daß die 12jährigen am meisten gefährdet sind. STEINERT (1966) beobachtete 2 Maxima der Alterskurve bei 5-bis 7- und bei 10 - 12jährigen Kindern. Diese werden bei der ersten Gruppe auf den Entzug aus der elterlichen Aufsicht bei noch ungenügender Erfahrung, Unfällen zu entgehen, zurückgeführt. Bei der zweiten Gruppe bedinge die vermehrte sportliche Betätigung die Zunahme. Hingegen beobachteten wir in der Alterskurve eine stetige Zunahme bis zum 6. Lebensjahr, die ab 7. Lebensjahr sprunghaft nach oben klettert. Vom 7. bis einschließlich des 11. Lebensjahres besteht eine fast gleichmäßige Verteilung, die danach deutlich abnimmt. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, daß sich die Kinder mit zunehmendem Alter der elterlichen Aufsicht allmählich entziehen und Anweisungen besser umgehen können. Im 6. bis 7. Lebensjahr gehen die Kinder in die Schule und somit ist der fast

vollständige Entzug aus der elterlichen Aufsicht vollzogen. Dazu kommt, daß die Kinder einander zu gefährlicheren Spielen und Mutproben ermutigen. So erklärt sich am ehesten diese sprunghafte Zunahme der Unfälle in diesem Alter. Kinder jenseits des 11. Lebensjahres (12- bis 14jährigen = beginnendes Diskoalter) entwickeln neue Aktivitäten und Spiele, die nach unseren Beobachtungen weniger zu Unterarmfrakturen führen. Damit ist nicht gesagt, daß Unfälle in diesem Alter abnehmen.

In Übereinstimmung mit BÜTTNER (1948) und SEYFFARTH (1966) fanden wir eine deutliche Bevorzugung des männlichen Geschlechts. Die Angaben schwanken zwischen 1,4 zu 1 und 3 zu 1. Die Relation in unserem Krankengut war 1,8 zu 1. Dies ist wohl durch das bekanntlich unterschiedliche Temperament sowie die unterschiedlichen Aktivitäten beider Geschlechter zu erklären.

Zusammen mit MANN et al. (1969), TEUTSCH et al. (1968), MITTELBACH et al. (1967) fanden wir eine leichte Bevorzugung der linken Seite gegenüber der rechten. Dies erklärt sich unseres Erachtens dadurch, daß die Kinder, die beim Spiel verunglücken, versuchen, sich meistens mit der vom Spielzeug freien Hand aufzufangen und diese ist in den meisten Fällen wohl die linke Hand.

Zu III - Entstehungsmechanismus:

In Übereinstimmung mit BÖHLER (1951), EHALT (1961), TROJAN (1963) sowie STANKOVIC et al. (1978) fanden wir, daß die meisten Brüche des Unterarmes durch indirekte Gewalteinwirkung, meistens durch Sturz auf die gestreckte Hand, entstehen.

Eine direkte Gewalteinwirkung konnten wir nur in 2 Fällen mit Sicherheit feststellen. Die Meinung von RENNE und WELLER (1974), daß bei Frakturen des mittleren Drittels mehr direkte Traumen verantwortlich sind, können wir nicht bestätigen, da eine Unfallrekonstruktion bei den Nachuntersuchungen nicht sicher aufzustellen war. Die Kinder waren mit ihren Angaben schwankend und unsicher, so daß sie ihre Angaben manchmal durch suggestiv formulierte Fragen änderten. Erschwerend war die Tatsache, daß einiges in Vergessenheit geraten ist.

Die Meinung von DAU (1966), daß die einzuschlagende Therapie vom Entstehungsmechanismus unabhängig ist, möchten wir im Hinblick auf die durch direkte Gewalteinwirkung entstehenden Unterarmfrakturen aufgrund der Ausdehnung der Weichteilverletzungen differenzieren. Die Behandlung kann insofern beeinflußt werden, daß bei schweren Weichteilschäden im Interesse der Weichteile unter Umständen mit Osteosynthese vorgegangen werden muß.

IV - Diagnostik:

Wie DAU (1966) und TEUTSCH et al. (1968) verlangen wir Aufnahmen des Unterarmes mit den angrenzenden Gelenken in 2 Ebenen. Gelenkzielaufnahmen und Vergleichsaufnahmen der gesunden Seite werden erst bei klinischem oder röntgenologischem Verdacht auf Gelenk- oder Epiphysenverletzungen angefertigt. Durch dieses Vorgehen wurde das Ausmaß des Frakturgeschehens in allen Fällen vollständig erfaßt.

V - Bruchformen und Bruchlokalisationen:

Die unterschiedlichen Einteilungen und Begriffsbestimmungen der Bruchformen haben ein vergleichendes Studium der Literatur teilweise erheblich erschwert, so daß eine Auseinandersetzung mit der Nomenklatur uns als wichtig erscheint.

Die Einteilung der Bruchformen in Grünholz-, Stauchungsbrüche und totale Brüche, wie sie von BUCK et al. (1966) vorgenommen wurde, ist ungenau und trägt zur weiteren Verwirrung in der Nomenklatur bei, denn ein Grünholzbruch kann auch ein Stauchungsbruch sein. Ebenso die Bezeichnung "totaler Bruch", wie sie auch von FREULER et al. (1978) gebraucht wird, ist nicht annehmbar und kann nur als Oberbegriff für die verschiedenen Formen der Nicht-Grünholzfrakturen eingesetzt werden, denn sie bezeichnet nur die vollständige Kontinuitätsunterbrechung des Knochens - es ist sowohl für die einzuschlagende Therapie als auch für die Prognose nicht immer gleichgültig, ob eine Quer-,

Schräg-, Stück- oder Trümmerfraktur vorliegt (Siehe Tabelle 2).

Auch der Begriff "kompletter Unterarmbruch" für vollständige Kontinuitätsunterbrechung des einen Unterarmknochens, wie ihn KONCZ (1973) verwendet, ist für unsere Betrachtungsweise nicht annehmbar, denn hier liegt ein kompletter Radius- oder Ulna-Bruch, aber kein kompletter Unterarmbruch vor. Dieser Begriff wird von WITT et al. (1966) für doppelknochige Unterarmbrüche eingesetzt. Demnach unterscheiden wir komplette Unterarmbrüche und inkomplette, wenn nur der Radius oder die Ulna gebrochen ist, als Oberbegriffe.

In Übereinstimmung mit BÖHLER (1951), TROJAN (1963), STEINERT (1966) sowie WITT et al. (1966) teilen wir die Unterarmbrüche in Wulst-, Grünholz-, Quer-, Schräg-, Stück- und Trümmerfrakturen ein.

TROJAN (1963) fand Grünholzbrüche einschließlich Wulstbrüche bei 65 % der Fälle. Andere Autoren fanden sie weniger, wobei die Angaben zwischen 41 und 54 % schwankten (Siehe Tabelle 2).

In unserem Krankengut waren die Grünholzbrüche einschließlich Wulstbrüchen mit 33,8 % relativ gering vertreten, weil Grünholzbrüche, bei denen Sekundärverschiebungen nicht zu befürchten waren, ambulant behandelt wurden und somit hier nicht mit einbezogen sind. Werden diese berück-

sichtigt, so sind die Grünholzbrüche mit 53,4 % die häufigsten Bruchformen.

Zusammen mit TROJAN (1963) und STEINERT (1966) haben wir Wulstbrüche ausschließlich im distalen Drittel beobachtet.

KONCZ (1973) vermerkt, daß mit zunehmendem Alter die Grünholzfrakturen abnehmen, was wir in den verschiedenen Altersgruppen feststellen konnten (Siehe Abbildung 2). Wir nehmen an, daß die Elastizität des Knochens mit zunehmendem Alter abnimmt. Dies erklärt sowohl die Abnahme der Grünholzbrüche als auch das Auftreten von Trümmerbrüchen erst in der obersten Altersgruppe. Es ist bekannt, daß mit zunehmendem Alter der Mineralgehalt des Knochens zunimmt, während der Wassergehalt sinkt (BARGMANN, 1964).

Der Querbruch ist nach BÖHLER (1951) die zweithäufigste Bruchform nach den Grünholzbrüchen. Es wurde von TROJAN (1963) in 33,9 % , von STEINERT (1966) in 46,6 % und von uns in 46,2 % der Fälle beobachtet.

Der Schräg- , der Stück- und der Trümmerbruch wurden in der Literatur in den allermeisten Fällen nicht beobachtet oder nicht als solcher beschrieben (Siehe Tabelle 2).

In unserem Krankengut traten sie vereinzelt auf und zwar meistens jenseits des 12. Lebensjahres. Diese führen wir, wie oben erwähnt, auf die allmählich verloren-gegangene Elastizität des kindlichen Knochens zurück.

Der Kombinationsbruch (Grünholzbruch des einen und vollständiger Bruch des anderen Knochens) wurde von FREULER et al. (1978) in 26 %, von uns in 10,8 % der Fälle, beobachtet. Bei diesen Kombinationsbrüchen war die Speiche in 90,5 % der Fälle vollständig gebrochen, während die Elle eine Grünholzfraktur aufwies.

In 13 Fällen (6,7 %) war der Querbruch der Speiche mit einem Schrägbruch der Elle kombiniert. Das Zustandekommen dieser Kombinationsbrüche erklärt sich wohl dadurch, daß die Krafteinwirkung von der Hand auf den Unterarm erst über die Speiche und dann durch Zwischenschaltung der Membrana interossea über die Elle übertragen wird (BENNINGHOFF und GOERTTLER, 1964), so daß die Gewalteinwirkung beim Sturz auf die gestreckte Hand zuerst die Speiche und danach in abgeschwächter Form die Elle zutrifft.

Mit vielen Autoren (Siehe Tabelle 3) übereinstimmend teilen wir die Frakturen in solche des proximalen, des mittleren und solche des distalen Drittels ein. Hierbei werden die unterschiedlich wirkenden Muskelkräfte berücksichtigt (LANZ und WACHSMUTH, 1959). Diese Einteilung hat sich sowohl bei der Reposition als auch bei der Retention bewährt.

Brüche des distalen Drittels sind die häufigsten und werden durchschnittlich in 59,6 % der Fälle beobachtet. BLOUNT (1957), der auch inkomplette Unterarmbrüche einbezieht, gibt ihre Häufigkeit mit 75 % an. Wir fanden sie in 62,6 %

(Siehe Tabelle 3).

Brüche des mittleren Drittels sind mit 36,6 % die zweithäufigsten. Sie sind in unserem Krankengut mit 35,9 % vertreten.

Schließlich kommen die Brüche des proximalen Drittels in 3,8 % der Fälle im Durchschnitt vor. Wir fanden sie in 1,5 % der Fälle. BÖHLER (1951) sowie WITT et al. (1966) schreiben, daß schwere Nebenverletzungen hauptsächlich bei Brüchen dieser Lokalisation zu beobachten sind.

WITT et al. (1966) erwähnen, daß beide Knochen meistens auf gleicher Höhe brechen und daß es Brüche gibt, bei denen die Ulna am Übergang des mittleren zum proximalen Drittel und die Speiche in der Schaftmitte bricht.

TROJAN (1963) beobachtete, daß Frakturen des mittleren Drittels auf gleicher Höhe liegen.

In den meisten Fällen fanden wir beide Brüche auf gleicher Höhe. Vereinzelt lagen sie verschieden hoch, aber in keinem Falle war die Entfernung zwischen beiden Bruchspalten mehr als 7 cm. Dies bedeutet bei Kindern, daß einige komplette Unterarmfrakturen in 2 verschiedenen benachbarten Dritteln lokalisiert sein können, was bei der Diagnostik berücksichtigt werden sollte.

Zusammen mit BLOUNT (1957), EHALT (1961), TROJAN (1963) fanden wir, daß die peripheren Fragmente in den meisten Fällen nach dorsal dislozieren. Wir nehmen an, daß dies durch den Unfall-

mechanismus zu erklären ist. Die meisten Kinder fallen auf die gestreckte Hand, so daß die Gewalteinwirkung hauptsächlich von volar her auf den Unterarm einwirkt.

Die Häufigkeit der offenen Brüche bei kompletten Unterarmfrakturen wird unterschiedlich zwischen 0,27 % (BUCK et al., 1966) und 4,7 % (TEUTSCH et al., 1968) angegeben. Wir fanden sie in 2,1 % der Fälle.

Zu VI - Begleitende Gelenk-, Epiphysenverletzungen und zusätzliche Verletzungen

Begleitende Gelenkverletzungen kamen im eigenen Krankengut in 5,6 % der Fälle vor. Wenn auch die Verletzungen des Ellenbogengelenkes, wie STANKOVIĆ et al. (1978) feststellen, überwiegen, kommen Subluxationen des distalen Radioulnargelenkes und Abrißfrakturen des Processus styloideus ulnae nicht selten vor (Siehe Tabelle 10). Gerade Subluxationen der Radioulnargelenke werden häufig übersehen (EICHLER, 1966).

Die Epiphysenbegleitverletzungen waren mit 4 Fällen bei uns vertreten; dreimal war die distale Radius- und einmal die distale Ulnaepiphyse betroffen.

Die Feststellung der Diagnose "komplette Unterarmfraktur", die in vielen Fällen durch die sichtbare Achsenknickung schon klinisch möglich ist, darf davon nicht ablenken, nach begleitenden Gelenkverletzungen (siehe oben) und zusätzlichen

Verletzungen (Siehe Tabelle 11) zu fahnden. Diese sind, wie wir feststellen, nicht selten - die letztgenannten stellen eine breite Palette von schwerer Prellung, Knie-scheibenfraktur bis zur Schädelbasisfraktur mit ihrer Komplikationen dar.

Zu VII - Konservative Behandlung

Bei der Behandlung der Unterarmfrakturen herrscht nur scheinbar Einigkeit. Obwohl sich alle Autoren zur konservativen Behandlung bekennen, weichen die Auffassungen teilweise weit auseinander.

TROJAN (1963), BLOUNT (1957) und andere sind der Meinung, daß kindliche Unterarmfrakturen immer konservativ behandelt werden können. Wir schließen uns der Auffassung von WILLENEGGER (1965), MONTICELLI (1966), WEBER (1967), REHN (1973) sowie RENNE und WELLER (1974) und andere an, daß kindliche Unterarmfrakturen zunächst konservativ und wenn dies nicht zum Ziele führt, operativ behandelt werden sollen.

Ein Blick auf Tabelle 4, aus der der prozentuale Anteil konservativ und operativ behandelter Kinder hervorgeht, möge das Erwähnte veranschaulichen.

EHALT (1961), TROJAN (1963), DAU (1966) sowie TEUTSCH et al. (1968) lehnen die Lokalanaesthesie bei Kindern ab, weil diese das Kind psychisch traumatisiert und zu keiner

muskulären Entspannung führt, die für die Reposition erforderlich ist. Wir teilen diese Ansicht mit, wobei wir mit EHALT örtliche Betäubung bzw. Leitungsanaesthesien bei Kindern im Pubertätsalter vereinzelt durchführen.

TROJAN (1963), KNOCHLOCH et al. (1966), Herzog Freiherr von ELMENDORFF et al. (1971) sowie RENNE und WELLER (1974) reponieren Grünholzfrakturen durch Geradebiegen.

Sekundäre Verschiebungen wurden von STEINERT (1966), DAU (1966) sowie MITTELBACH et al. (1967) selten beobachtet. BLOUNT (1957) und HOLZ (1975) wandeln Grünholzfrakturen in vollständige Frakturen um, weil sonst die sekundäre Verschiebung sehr groß ist.

GRUBER und VON LAER (1979) empfehlen die Umwandlung von Grünholzfrakturen in vollständige Frakturen, damit es nicht zur Refraktur kommt.

DAVIS und GREEN (1976) lehnen beide Verfahren ab.

Sie sind der Meinung, daß Achsenknickungen bei Grünholzfrakturen immer eine Rotationsfehlstellung bedeuten, die allein durch Drehen des Unterarmes reponierbar sind.

Der Unterarm soll dann in Pronation-, Mittel- oder Supinationsstellung gehalten werden, je nachdem, ob die Fraktur im distalen, mittleren oder proximalen Drittel liegt.

Wir haben nach Reposition von Grünholzfrakturen häufiger sekundäre Achsenknickung beobachtet, aber nur in 7,9 % der Fälle nachreponieren müssen, weil die meisten Abknickungen in tolerierbaren Grenzen stattfanden. Umgekehrt waren sekun-

däre Verschiebungen bei vollständigen Brüchen weniger beobachtet worden, die aber in den meisten Fällen (18,9 %) nachreponiert werden mußten.

Aus diesem Grunde werden wir weiterhin Grünholzfrakturen nicht in vollständige Frakturen umwandeln; es sei denn, daß eine einwandfreie Reposition z.B. durch Interponat (Periost) nicht möglich ist.

Wie GRUBER et al. (1979) sowie TEUTSCH et al. (1968) beobachteten wir, daß unter den Grünholzfrakturen mehr Refrakturen vorkommen als unter den vollständigen Frakturen.

Da die Refrakturen aber nur in 2,1 % aller Fälle vorkamen, berechtigt das nicht zur vollständigen Frakturierung von Grünholzbrüchen und die Inkaufnahme von sekundären Dislokationen, die in erhöhtem Maße zur Nachreposition und somit zu zusätzlichen Weichteilschädigungen zwingen.

Bei der Reposition von vollständigen Unterarmfrakturen werden von TROJAN (1963), EHALT (1961), BLOUNT (1957), DAVIS und GREEN (1976) und anderen unterschiedliche Verfahren angegeben. Während zur Korrektur von Achsenknickungen, Seitenverschiebungen und Verkürzungen ähnlich verfahren wird, ist dies bei der Korrektur von Drehfehlstellungen nicht der Fall.

Zur Korrektur von Drehfehlern empfehlen die Autoren (u.a. TROJAN, 1963; EHALT, 1961; RENNE und WELLER, 1974) bei der Reposition, die verschieden ansetzenden und durch den Sitz des Bruches richtungsgebenden Muskelkräfte zu berücksichti-

gen, so daß die Reposition der Frakturen des proximalen Drittels in Supinationsstellung, die des mittleren Drittels in Mittelstellung und die des distalen Drittels in Pronationsstellung des Unterarmes vorgenommen wird und auch in dieser Stellung festgehalten wird.

DAVIS und GREEN (1976) halten dieses Vorgehen bei Grünholzfrakturen für korrekt, lehnen es bei vollständigen Frakturen ab, weil dies in vielen Fällen eine Drehfehlstellung bedeutet. Sie empfehlen, den im Ellenbogen um 90 Grad gebeugten, mit Mädchenfänger behängten, mit 5 - 7 kg am Oberarm unter Zug gesetzten und drehfreien Unterarm, seinen eigenen Drehstand selbst suchen zu lassen. Man vermeide jede Manipulation. Nur dadurch sind Drehfehlstellungen reponierbar. Die so erreichte Position soll durch Gipsverband gehalten werden.

Zusammen mit den meisten Autoren (BÖHLER, 1951 ; BLOUNT, 1957 ; RENNE und WELLER, 1974 und andere) haben wir Frakturen des proximalen Drittels in Supinations-, Frakturen des mittleren Drittels in Mittel- und Frakturen des distalen Drittels in Pronationsstellung reponiert, wobei wir uns an kein Verfahren festlegten, so daß je nach Bruchform und Situation unterschiedliche Verfahren zur Anwendung kamen.

Wie TROJAN (1963) konnten wir den Grad der Drehfehlstellung nur schätzungsweise erkennen und danach handeln.

Mit EHALT (1961), TEUTSCH et al. (1968) sowie MANN et al. (1969) raten wir von wiederholten unnötigen Nachrepositionen ab, weil diese z. T. eine erhebliche Schädigung der Knochenhaut, der Membrana interossea und der umliegenden Weichteile bedeutet.

Zusammen mit TEUTSCH et al. (1968) stellten wir fest, daß nach der ersten Reposition nur wenige Frakturen sekundär dislozieren (8,7 %), nach der zweiten Reposition viele (25,8 %) und nach der dritten Reposition die meisten (in unserem Krankengut mußten von 3 Patienten 2 operiert werden). TEUTSCH et al. mußten ebenfalls von 3 Patienten 2 operieren. Sie operierten anschließend 2 Kinder, die sekundäre Dislokationen nach vierter Reposition zeigten.

Die Häufigkeit von Nachrepositionen werden zwischen 10,6 % (BUCK et al., 1966) und 12,1 % (TROJAN, 1963 und WEBER; 1975) beschrieben.

Wir haben bei 17,4 % unserer stationären Fälle Nachrepositionen durchführen müssen. Dieser hohe Prozentsatz liegt daran, daß in unserem Krankengut die problemlosen Grünholzfrakturen nicht vertreten sind, da sie ambulant behandelt werden. Bei Berücksichtigung der ambulanten Fälle haben wir eine Nachrepositionsfrequenz von 11,1 %.

Mit BLOUNT (1957), EHALT (1961), TROJAN (1963), STEINERT (1966) und andere meinen wir, daß Nachrepositionen erst durchgeführt werden dürfen, wenn ein Spontanausgleich durch das Wachstum nicht zu erwarten ist.

Die Nachrepositionen sollen möglichst früh vorgenommen werden, da sie sonst zu erheblichen Weichteilschäden führen können. Aus diesem Grunde verlangen DAU (1966) und HOLZ (1975) Röntgenkontrollen am 3. und 7. Tag, später alle 14 Tage; TROJAN (1963), RENNE et al. (1974) und EHALT (1961) wöchentlich. TEUTSCH et al. (1968) verlangen Röntgenkontrollen am 3. Tag mit anschließenden wöchentlichen Kontrollen.

Wir führen die Röntgenkontrollen am 3. und 7. Tag, später wöchentlich durch.

In der Literatur sind vier Verbandsformen diskutiert worden: Der gespaltene Oberarmzirkulärgips, die dorso-volare Oberarmgipsschiene, die dorsale Oberarmgipsschiene und die Kombination des gespaltenen Oberarmzirkulärgips mit einem Hauptpflasterextensionsdrahtbügelverband, "Tennisschlägerverband".

Wir stimmen mit TROJAN (1963) überein, daß der gespaltene Oberarmzirkulärgips die bestmögliche Retention gewährleistet, aber wir halten die Bedenken von DAU (1966) und STEINERT (1966), daß dieser Verband die Gefahr der ischämischen Kontraktur vergrößert und darin das posttraumatische Hämatom keinen Platz findet, für berechtigt.

Wir verwenden wie KONCZ (1973) ausschließlich die dorsale Oberarmgipsschiene, die nur in sehr vereinzeltten Fällen nach einer Woche wie KONCZ (1973) oder nach 2 Wochen wie DAU (1966) sowie TEUTSCH et al. (1968) verfahren, durch einen zirkulären Oberarmgipsverband ersetzt wird, nämlich

nach Abklingen des posttraumatischen Hämatoms, wenn eine große Gefahr der sekundären Dislokation gegeben ist. Diese Einstellung bestätigt sich durch die Ergebnisse des Studiums der Unterlagen: Während wir bei 152 mit dorsalen Oberarmgipsschienen versorgten Kindern keine Komplikationen beobachteten, stellten wir unter nicht schulmäßig mit gespaltenem Oberarmzirkulärgips versorgten Kindern einen Fall mit schwerer Schwellung und Durchblutungsstörungen fest, die das Ersetzen des Verbandes notwendig machte, - diese Verbände sowie ein Fall mit dorso-volarer Oberarmgipsschiene wurden von neuen Kollegen angelegt, die die Schule des Hauses noch nicht kannten.

Wir gehen mit BÖHLER (1951), DAU (1966), KONCZ (1973), RENNE und WELLER (1974), HOLZ (1975) und anderen konform, daß der Gipsverband bzw. die Gipsschiene vom proximalen Drittel des Oberarmes bei rechtwinkliger Stellung des Ellenbogens und leichter Streckstellung des Handgelenkes bis zu den Grundgelenken der Finger reichen sollte. Während STEINERT (1966) das Handgelenk immer in leichter Beugestellung und ulnarer Abduktion ruhigstellt, wenn primär keine Dislokationsneigung in dieser Richtung besteht, stellen wir, wie oben erwähnt, das Handgelenk immer in leichter Streckstellung ruhig, es sei denn, es besteht Dislokationsneigung in dieser Richtung. In diesem Falle wird das Handgelenk in Beugestellung ruhiggestellt.

Wir vertreten die Auffassung von BÖHLER (1951), STEINERT

(1966), KONCZ (1973) sowie FREULER et al. (1978), daß bei Frakturen des distalen Drittels die Pronations-, bei Frakturen des mittleren Drittels die Mittel- und bei Frakturen des proximalen Drittels die Supinationsstellung des Unterarmes bei der Ruhigstellung eingenommen wird.

In Übereinstimmung mit BÖHLER (1951), KONCZ (1973) und STANKOVIĆ et al. (1978) sind wir der Meinung, daß eine Ruhigstellungsdauer von 4 - 6 Wochen in den meisten Fällen je nach Kindesalter und Dislokationsgrad eingehalten werden kann - ja es können bei vereinzeltten Fällen drei Wochen ausreichen.

Ruhigstellungsdauer von 12 Wochen, wie sie von BÜTTNER (1948) und SEYFFARTH (1966) zur Refrakturprophylaxe empfohlen wird, halten wir für nicht gerechtfertigt.

Zusammen mit BÖHLER (1951), DAU (1966), MITTELBACH et al. (1967), MANN et al. (1969) sowie KONCZ (1973) hielten wir bislang eine Nachbehandlung für nicht erforderlich. Nach Betrachtung der Nachuntersuchungsergebnisse in der Literatur (Siehe Tabelle 5 und 7) sowie der eigenen Ergebnisse sowohl nach konservativer als auch nach operativer Behandlung fällt ein Funktionsausfall in 1,2 bis 30,4 % der Fälle auf, der nicht immer stichhaltig begründet werden kann.

Wir nehmen daher jetzt an, daß diese Funktionsverluste mit Hilfe krankengymnastischer Nachbehandlung, wie sie von STEINERT (1966) sowie von GRAUDINS et al. (1975) empfohlen wird, zu verringern sind.

Massagen und passive Bewegungsübungen sollen, wie auch BÖHLER (1951) und KONCZ (1973) empfehlen, vermieden werden. Zusammen mit STEINERT (1966) und KONCZ (1973) ordnen wir nach abgeschlossener Behandlung für 3 - 4 Monate das Fernbleiben vom Sport an. Damit glauben wir, die Refrakturrate gering halten zu können.

Zu VIII - Nachuntersuchungsergebnisse konservativ
behandelter Kinder

1. Spontankorrektur

Es wurde über Spontanausgleich von Achsenknickungen im distalen Drittel von 30 Grad (BLOUNT, 1957; HOLZ, 1975 und andere) und sogar von 45 Grad (STEINERT, 1966) bei Kindern unter 10 Jahren berichtet. Achsenknickungen in den proximalen Anteilen werden weniger korregiert und dürfen 15 Grad nicht überschreiten (EHALT, 1961).

Im allgemeinen kann man davon ausgehen, daß Achsenknickungen von 20 Grad im distalen Drittel und 10 Grad im mittleren Drittel bei Kindern bis zum 10. Lebensjahr ausgeglichen werden. Bei den 12- bis 14jährigen stellen wir mit WEBER (1975) fest, daß kaum mit Spontanausgleich zu rechnen ist.

Zusammen mit BÖHLER (1951), BLOUNT (1957) und andere sind wir der Meinung, daß Seitenverschiebungen folgenlos ausheilen. Geschieht die Seitenverschiebung beider Knochen unter Einengung des Zwischenknochenraumes, so ist mit

Funktionsverlust zu rechnen, was wir mit TROJAN (1963) beobachtet haben.

Übereinstimmend mit BLOUNT (1957), STEINERT (1966), WEBER (1975) und andere sind wir der Meinung, daß sich Rotationsfehler nicht ausgleichen. Wir bestätigen die Meinung von BRUNNER (1974), daß auch kleine Drehfehler zum stärkeren Funktionsausfall führen, was wir bei einem Kind beobachtet haben.

2. Längenwachstum

Ein überschießendes Wachstum, wie das von den Frakturen der unteren Extremitäten bekannt ist, kann nicht festgestellt werden (TROJAN, 1963 und WEBER, 1975). Wir haben mit BRINKMANN et al. (1973) und FREULER et al. (1978) festgestellt, daß sowohl Wachstumszunahme als auch Wachstumsabnahme beobachtet werden kann, so daß bei der Behandlung weder mit Zu- noch mit Abnahme gerechnet werden darf, zumal in den meisten Fällen beides ausbleibt und wenn dies nicht der Fall ist, so bleibt beides doch in physiologischen Grenzen von 0,5 cm , sehr selten 1 cm Zu- bzw. Abnahme.

3. Bleibende Gelenkschäden

7 Kinder mit begleitenden Gelenkverletzungen kamen zur Nachuntersuchung. Nur 1 Kind bot Funktionseinschränkung der Unterarmdrehbewegung und der angrenzenden Gelenke als Dauerfolge. Dieses Kind hatte vor 5 Jahren neben einer

distalen kompletten Unterarmfraktur eine Subluxation des distalen Radioulnargelenkes mit kleiner Abrißfraktur aus der hier artikulierenden Radiusgelenkfläche.

Bei einem 2. Kind bestand eine Beugehemmung des Ellenbogengelenkes von 20 Grad nach transkondylärer Humerusfraktur vor 1 1/2 Jahren als Begleitverletzung.

Bei dem jetzt 9jährigen Kind ist mit einer Besserung bis Normalisierung der Funktion zu rechnen, so daß von einem Dauerschaden noch nicht gesprochen werden kann.

Während EICHLER (1966) den Verletzungen des Discus interarticularis, die mit Abrißfrakturen des Processus styloideus ulnae einhergehen, eine gewisse Bedeutung beim Funktionsausfall, insbesondere was die Unterarmdrehung betrifft, beimißt, meint BÖHLER (1969), daß Zerreißen des Diskus interarticularis zu keinem funktionellen Ausfall führen.

Da keiner unserer jungen Patienten mit Abrißfrakturen des Processus styloideus ulnae zur Nachuntersuchung kam, können wir keine dieser gegenteiligen Meinungen bestätigen bzw. widerlegen.

4. Subjektive Beschwerden

Die Angaben über die Häufigkeit der subjektiven Beschwerden in der Literatur schwanken zwischen 1 % (Herzog Freiherr von ELMENDORFF et al., 1971) und 15,9 % (TEUTSCH et al., 1968).

Wir fanden sie in 6,9 % der Fälle (Siehe Tabelle 5).

Wie alle anderen Autoren (u.a. MITTELBACH et al., 1967;

MANN et al., 1969; KONCZ, 1973) stellen wir fest, daß diese Beschwerden in keinem Falle so intensiv waren, daß sich die Kinder in irgendwelcher Weise behindert fühlten.

Während KONCZ (1973) die Beobachtung machte, daß Kinder im Vorschulalter (1 bis 6 Jahren) frei von Beschwerden blieben, stellten wir bei allen Altersgruppen Beschwerden fest, wobei die älteren Kinder deutlich bevorzugt waren (Siehe Tabelle 14). Weiterhin stellten wir eine relative Bevorzugung des mittleren Drittels fest. Mit der Zahl der Repositionsversuche bestand kein Zusammenhang (alle Kinder erfuhren nur eine einmalige Reposition). Diese subjektiven Beschwerden scheinen persistenter Natur zu sein. Wie aus der Tabelle 14 sichtbar ist, haben Kinder auch 8 und 6 Jahre nach dem Unfall noch ihre Beschwerden. Eine Bevorzugung der Frühergebnisse bestand nicht.

TEUTSCH et al. (1968) sowie FINK (1977) führen in 50 % der Fälle diese Beschwerden unter anderem auf Achsenknickungen und Bewegungseinschränkungen zurück. In 50 % blieb ein objektivierbarer Befund aus. Würden wir so verfahren, so finden wir bei 5 der 8 Kinder objektivierbare Befunde in Form von Refrakturen in der Anamnese, begleitende Gelenkverletzungen bzw. Bewegungseinschränkungen. Da aber die Mehrheit der Kinder mit Funktionseinbußen, die teilweise stärkeren Ausmaßes sind bzw. die Mehrheit der Kinder mit begleitenden Gelenkverletzungen von subjektiven Beschwerden frei blieben, möchten wir diese Faktoren nur als zusätzliche

Belastungsmomente in Erwägung ziehen. Nur so ist die Bevorzugung der älteren Altersgruppen und des mittleren Drittels verständlich. In beiden Fällen ist der Spontanausgleich sehr gering. Als Hauptfaktor ziehen wir jedoch Narbenbildungen in Betracht, die eine Irritation der sensiblen Versorgung, insbesondere des Periosts, verursachen, ohne daß sie unbedingt zu Bewegungseinschränkungen führen müssen.. So erklären sich wohl auch die Beschwerden ohne "objektivierbaren Befund." Wieweit die Häufigkeit dieser Beschwerden durch krankengymnastische Nachbehandlung reduziert werden kann, bleibt offen.

5. Funktionseinbußen

Die Angaben über die Häufigkeit von Funktionseinbußen schwanken zwischen 1,2 % (MANN et al., 1969) und 30,4 % (FREULER et al., 1978), wobei ein Vergleich, wie wir im Literaturabschnitt erwähnten, unmöglich ist, und zwar deswegen, weil sich die verschiedenen Autoren unterschiedlicher Maßstäbe bedienen. Während FREULER et al. (1978) die Funktionseinbußen selbst von 5 und 10 Grad angeben, begnügen sich KNOBLOCH et al. (1966) mit der Bemerkung, daß die verbliebenen Funktionseinbußen keine sportliche oder berufliche Betätigung beeinträchtigen. In 10,5 % der Fälle unseres Krankengutes waren Funktionsausfälle zu beobachten, wobei wir auch Bewegungseinschränkungen von 10 Grad mit einbezogen haben - hier wird noch einmal daran erinnert, daß es sich hier um eine negative Auslese unseres Krankengutes handelt, da die problemlosen Fälle ambulant

versorgt wurden und hier nicht berücksichtigt werden.

Wie MITTELBACH et al. (1967), TEUTSCH et al. (1968), GRAUDINS et al. (1975), FINK (1977) sowie FREULER et al. (1978) stellen wir fest, daß die Unterarmdrehungseinschränkung bei weitem an erster Stelle rangiert (Siehe Tabelle 6).

So war bei 7 der 10 Kinder mit Funktionseinbußen die Unterarmdrehbewegung allein eingeschränkt, in weiteren 2 Fällen war sie mit Einschränkung der angrenzenden Gelenke kombiniert.

TROJAN (1963) fand die Ursache der Bewegungseinschränkung vorwiegend in Verdrehungsfehlern. Auch Achsenknickungen können über Verschmälerung des Zwischenknochenraumes zur Bewegungseinschränkung führen. MITTELBACH et al. (1967), TEUTSCH et al. (1968), MANN et al. (1969), BRUNNER (1974) sowie STANKOVIĆ et al. (1978) schließen sich an. Während FREULER et al. (1978) sowie STANKOVIĆ et al. (1978) nur in wenigen Fällen die Ursache der Bewegungseinschränkung klären konnten, fanden wir in den meisten Fällen zumindest anamnestische Belastungsmomente (Siehe Tabelle 15).

So waren zweimal Rotationsfehler, einmal eine Einengung des Zwischenknochenraumes, zweimal Achsenknickungen mit Refraktur bzw. neue Fraktur als zusätzliche anamnestische Belastungsmomente und viermal Gelenkverletzungen als Begleitverletzungen der Unterarmfraktur oder in der Anamnese als evtl. bzw. sichere Ursache für die Bewegungseinschränkung zu finden. Nur in einem Falle mit Pronationshemmung von 10 Grad blieb die

Ursache unbekannt.

Wir nehmen an, daß das Ausmaß der Bewegungseinschränkung unter Umständen wesentlich von Narbenbildungen und Schrumpfungen der Membrana interossea abhängig ist, wie KÜSSWETTER (1979) feststellt.

In der Häufigkeit der Funktionseinbußen folgt das Ellenbogengelenk mit drei Fällen und zuletzt das Handgelenk mit einem Fall. Die Fingerfunktionen sind immer intakt geblieben.

Wie BÜTTNER (1948), SEYFFARTH (1966), REHN (1973) und WEBER (1975) beobachteten wir keine Muskelverschwächigungen.

Die Betrachtung der Tabellen 15 und 16 sowie der Abb. 3 läßt erkennen, daß mit zunehmendem Alter die Funktionseinbußen zunehmen. Das erklärt sich wohl durch den allmählichen Schwund der Selbstkorrekturpotenz mit zunehmendem Alter. Weiterhin läßt sich eine Bevorzugung des mittleren Drittels feststellen. Dies führen wir darauf zurück, daß Drehfehler in diesem Bereich schwer erkennbar sind, weil der Schaft hier rund und somit in den verschiedenen Projektionen immer den gleichen Durchmesser zeigt (TROJAN, 1963; DAVIS und GREEN, 1976). Der zweite Grund liegt darin, daß das mittlere Drittel wegen seiner Entfernung von der Epiphyse nur über geringe Korrekturpotenz verfügt.

Mit zunehmendem zeitlichen Abstand vom Unfall läßt sich die Häufigkeit der Funktionseinbußen nicht verringern, was wir als Zeichen der Persistenz ansehen. Diese Tat-

sache soll bei der Behandlung berücksichtigt werden.

Die Fähigkeit zum Spontanausgleich darf nicht überschätzt werden.

6. Refraktur

Die Angaben über die Häufigkeit der Refraktur schwanken zwischen 1,2 % (SEYFFARTH, 1966) und 13 % (GRUBER et al., 1979). Wir haben in 3,5 % der Fälle Refrakturen beobachtet (Siehe Tabelle 5).

Wie wir im Literaturabschnitt sahen, wurde vieles als Ursache für die Refraktur diskutiert. Unter anderem beschuldigten BLOUNT (1957) und STEINERT (1966) überwiegend mechanische Momente. SEYFFARTH (1966), MONTICELLI (1966) sowie BUCK et al. (1966) finden die kurze Ruhigstellungsdauer für die Refraktur verantwortlich und verlangen deswegen mit BÜTTNER (1948) Ruhigstellungszeiten von 3 Monaten.

BÜTTNER (1948) nennt neben zu kurzer Ruhigstellungsdauer die Achsenknickung als Ursache und führt aus, daß sich an der konvexen Seite des Bruches vornehmlich Abbauvorgänge abspielen, weswegen der Knochen an dieser Stelle längere Zeit schwach bleibt. GRUBER et al. (1979) lehnen die Achsenknickung als Ursache für die Refraktur ab, nehmen die Grünholzfrakturen als Ursache an und bringen als neuen Gesichtspunkt den Vergleich mit einem eingekerbten Stab: Die Biegebeanspruchung eines eingekerbten Stabes ist durch die Kerbe wesentlich herabgesetzt. Sie empfehlen als Prophylaxe gegen die Refraktur die Umwandlung der Grünholzfrakturen in voll-

ständige Frakturen.

Wie STEINERT (1966), TEUTSCH et al. (1968) sowie GRUBER et al. (1979) fanden wir eine Bevorzugung von Grünholzfrakturen sowie Frakturen des mittleren Drittels, wobei wir wegen der kleinen Fallzahl auch hier nicht von Signifikanz, sondern nur von Tendenz sprechen können (Siehe Tabelle 17).

Als Ursache für die Refraktur nehmen wir überwiegend mechanische Momente an. Aber auch zu kurze Ruhigstellungsdauer kann zur Refraktur führen, wie wir das bei einem elfjährigen Kind mit vierwöchiger Ruhigstellung beobachteten. Hier stellen wir bei diesem Alter 6 Wochen ruhig. Die Entfernung des Gipses in diesem Falle erfolgte nicht schulmäßig. Ruhigstellungsdauer von 3 Monaten halten wir für nicht gerechtfertigt.

Auch wenn Grünholzfrakturen für die Refraktur prädisponiert sind, halten wir die Umwandlung derselben in vollständige Frakturen nicht für richtig und zwar aus 2 Gründen:

1. Die geringere Refrakturrate in unserem Krankengut und
2. wegen des erneuten Traumas, das unter Umständen mehrere Traumata nach sich zieht . Vollständige Frakturen dislozieren in unannehmbaren Grenzen häufiger als Grünholzfrakturen, wie wir festgestellt haben.

Wir vertreten die Meinung von DAU (1966) und KONCZ (1973), daß für die Behandlung von Refrakturen die gleichen Richtlinien gelten wie bei frischen Frakturen. Das endgültige Resultat wird aber nach unseren Beobachtungen negativ beeinflußt und bleibt nicht, wie KONCZ (1973) erwähnt, uneinflußt.

Unter den 4 Kindern mit Refrakturen hatte ein Kind subjektive Beschwerden, bei einem zweiten Kind war ein Funktionsausfall zu verzeichnen.

7. Pseudarthrosen

Bei den konservativ behandelten Kindern hatten wir wie die meisten Autoren (Siehe Tabelle 5) keine Pseudoarthrosen beobachtet. Zusammen mit MITTELBACH et al. (1967) führen wir dies auf die große Regenerationskraft des kindlichen Knochens sowie auf den dicken Periostschlauch, der in den meisten Fällen nicht vollständig zerreißt, zurück, so daß die Durchblutung, wenn auch in geringerem Umfang, gewährleistet bleibt.

8. Brückenkallus

Zusammen mit TROJAN (1973), STEINERT (1966), MITTELBACH et al. (1967), TEUTSCH et al. (1968), KONCZ (1973), FINK (1977), FREULER et al. (1978) u.a. - siehe auch Tabelle 5 - haben wir nie einen Brückenkallus beobachtet.

Wir führen das zusammen mit MITTELBACH et al. (1967) auf den dicken Periostschlauch zurück, der beim Frakturgeschehen nicht vollständig zerreißt. Aber auch die Tatsache, daß Trümmerbrüche bei Kindern äußerst selten sind, mag ein weiterer Grund sein.

Zu IX - Komplikationen bei konservativer Behandlung

Zusammen mit BRUNNER und WEBER (1978) sind wir der Meinung, daß persistierenden Schmerzen bei Kindern unbedingt

große Aufmerksamkeit geschenkt werden muß, denn sie sind meistens ein Zeichen von Durchblutungsstörungen oder Druckschäden. Eine Revision des Gipsverbandes ist in diesen Fällen unerläßlich wie auch BÖHLER (1951) und BLOUNT (1957) fordern.

Die Kinder sind weniger schmerzempfindlich als Erwachsene und nicht umgekehrt, wie häufig angenommen wird. Dieses wichtige Symptom (Schmerz) ist bei Kindern mit schweren Schädelhirntraumen häufig zu vermissen. Besonders gefährdet sind deshalb bewußtlose Kinder, eine strenge Überwachung und wiederholte Kontrollen der Zirkulationsverhältnisse ist unentbehrlich. HÖNIG und FEKETE (1966) berichten über eine ischämische Kontraktur bei einem bewußtlosen Kind. Wir haben als Komplikation eine schwere Durchblutungsstörung beobachtet, die folgenlos blieb, da sie rechtzeitig festgestellt wurde. Komplikationen wie Druckschäden, ischämische Kontrakturen, Nervenschäden oder epiphysäre Schädigungen, wie sie in der Literatur vereinzelt festgestellt werden (KNOBLOCH et al., 1966; BUCK et al., 1966; MITTELBACH et al., 1967 sowie MANN et al., 1969) haben wir nicht beobachtet.

Zu X - Indikationsstellung zur Operation

In Übereinstimmung mit REHN (1973) und WEBER (1975) sind wir der Meinung, daß die Indikation zur Operation nie damit begründet werden kann, eine Frakturkrankheit zu vermeiden. Wir haben bei keinem konservativ behandeltem Kind Muskelatrophien oder Gelenkkontrakturen beobachtet.

Wie KURZ und LANGE (1971), WEBER (1975) und FINK (1977) fassen wir den Entschluß zur Operation bei älteren Kindern leichter, da nur ein geringer Spontanausgleich zu erwarten ist. So haben wir bei 12- bis 14jährigen in 22,5 %, während wir bei Kindern im Vorschulalter nur in 5,9 % der Fälle (ambulante problemlose Fälle nicht mit einbezogen) die Indikation zur Operation gestellt (Siehe Abb. 4).

Die 12- bis 14jährigen dürfen aber keineswegs wie Erwachsene behandelt werden, denn - obwohl hier der Spontanausgleich auf ein Minimum reduziert ist -, wurden bei ihnen nie Pseudarthrosen oder Brückenkallusbildungen nach konservativer Behandlung beobachtet. Die Kinder den operativen Komplikationen auszuliefern, ohne klare Indikationsstellung, ist nicht zu vertreten.

Wenn wir auch die Indikation zur Operation meistens wie WILLENEGGER (1965), FUCHS (1966), SCHÄFER (1966), MONTICELLI (1966), HELBIG (1975), SIMON et al. (1975), BRUG (1978) sowie RETTIG et al. (1978) verzögert gestellt haben, haben wir in 3 Fällen die primäre Osteosynthese bei instabilen Frakturen angestrebt und durchgeführt.

Die absolute Indikation zur Operation ist gegeben, wenn Subluxationen des Radioulnargelenkes mit konservativen Maßnahmen nicht zu beheben sind. Diese Meinung teilen wir mit BLOUNT (1957), MANN et al. (1969), BÖHLER (1969), MUHR

et al. (1972) zusammen. Ebenfalls ist die Operation bei mit den üblichen konservativen Maßnahmen nicht zu haltende Fraktur indiziert, (u.a. WILLENEGGER, 1965; SCHÄFER, 1966; DAUM, 1974; SIMON et al., 1975 und HOLZ, 1975).

Zusammen mit EHALT (1966) sind wir der Meinung, daß man in solchen Fällen nicht lange mit der Operation zögern darf. Wir haben festgestellt, daß mit der Verzögerung der Operation die Resultate schlechter werden. So waren Pseudarthrosen, Funktionseinbußen, verzögerte knöcherne Heilung und schwere Schwellungen häufig, meistens nach zweimaligen Repositionsversuchen, wenn auch andere Faktoren sicher eine Rolle spielen, festzustellen sind. Wir haben deswegen versucht, die Operation vor Ablauf der 1. Woche durchzuführen.

Wir raten mit EHALT (1966) sowie TEUTSCH et al. (1968) von wiederholten Repositionsversuchen ab und empfehlen den Entschluß zur Operation bei gegebener Indikation frühzeitig zu fassen.

Eine weitere Indikation zur Operation sehen wir mit HÖNIG et al. (1966), BRINKMANN et al. (1973), DAUM (1974), RENNE und WELER (1974), WEBER (1975), HELBIG (1975), KUNER (1975) und BRUG (1978) bei polytraumatisierten Kindern zur Erleichterung der Intensivpflege und Behandlung der vorhandenen zusätzlichen Verletzungen.

Mit BLOUNT (1957), EHALT (1961), DAU (1966) sowie RENNE

und WELLER (1974) betrachten wir das Interponat, wenn korrekte bzw. tolerierbare Stellung erreichbar ist, nicht als Grund zur Operation, denn es wird abgebaut bzw. überbrückt. Die Gefahr einer Pseudoarthrose ist nicht gegeben.

Bei der Versorgung offener Brüche schließen wir uns der Meinung von REHN (1973) sowie SIMON et al. (1975) an, daß zunächst eine Wundversorgung erfolgen soll und erst nach Wundheilung die osteosynthetische Versorgung, wenn dies erforderlich ist. Eine Antibiotikaprophylaxe lehnen wir mit TSCHERNE (1977) sowie BRUNNER und WEBER (1978) ab. Wir konnten die in unserem Krankengut vorkommenden vier offenen Frakturen konservativ behandeln, wobei wir hier erwähnen möchten, daß es sich bei allen um offene Frakturen 1. bis 2. Grades handelte.

Zu XI - Operative Therapie

In all unseren Fällen war die Indikationsstellung zur Operation gleichbedeutend mit der zur Osteosynthese, was die meisten Autoren (u.a. WILLENEGGER, 1965; SIMON et al., 1975 sowie WEBER, 1975) anstreben.

Zur Anwendung kamen sowohl Kirschnerdrähte als auch AO-Platten, wobei erstere nur bei Frakturen des distalen Drittels, während die AO-Platten bei Frakturen des mittleren aber auch des distalen Drittels eingesetzt wurden.

Wenn die Wachstumsfuge nicht zu vermeiden war, so haben wir die Drähte, wie WEBER (1975) sowie SIMON et al. (1975)

verfahren, senkrecht dazu eingebohrt, wobei wir die gegenüberliegende Corticalis des proximalen Fragmentes zu erfassen versuchten. So sind dieser Methode anatomische Grenzen gesetzt. Bei Frakturen am Übergang des distalen zum mittleren Drittel sowie bei Frakturen des mittleren Drittels kann sie nicht eingesetzt werden, da eine Verankerung an der Corticalis praktisch nicht möglich ist. Eine intramedulläre Schienung führen wir nicht durch, weil die endostale Blutversorgung, wie auch TSCHERNE (1977) meint, zerstört wird. Dazu besteht weder Seiten- noch Rotationsstabilität, wie dies auch von STEINERT (1966) und andere mitgeteilt wird.

Die osteosynthetische Versorgung nur eines Unterarmknochens kann die Stabilität verschaffen, die ein Verzicht auf Osteosynthese des anderen Knochens erlaubt.

Bei der Kirschnerdrahtosteosynthese ist eine Ruhigstellung in einer dorsalen Oberarmgipsschiene unerlässlich. Ein Vergleich der Ergebnisse im eigenen Krankengut zwischen dem der AO-Platte und dem der Kirschnerdrähte ist nicht möglich, denn - wie wir eben gesagt haben - die Anwendung der Kirschnerdrähte bleibt auf die Frakturen des distalen Drittels beschränkt. Hier herrscht aber im Vergleich zum mittleren Drittel wegen der reichlich vorhandenen Spongiosa und der Nähe der Epiphyse schnellere Heilung und größere Potenz zum Spontanausgleich.

Für die Mehrheit der Frakturen halten wir die AO-Platte

wie MITTELBACH et al. (1971), TSCHERNE(1977) sowie RETTIG und TAMAI (1978) für die Methode der Wahl. Handelt es sich um 12- bis 14-jährige Jugendliche, so erhärtet sich diese Einstellung, denn wir sind mit WEBER (1975) der Meinung, daß bei dieser Altersgruppe kaum mit einem Ausgleich zu rechnen ist. Ebenso erhält die AO-Platte absolute Priorität, wenn es gilt, einwandfreie Reposition bei Subluxation eines der beiden Radioulnargelenke zu erreichen.

Wie bei Kirschnerdrahtosteosynthese ist die Verplattung beider Knochen auch hier nicht immer erforderlich, wenn nach Verplattung des einen Knochens ausreichende Stabilität erreicht werden kann. Ist nur ein Knochen verplattet, ist die Ruhigstellung in dorsaler Oberarmgips-schiene erforderlich.

Die Einwände von HELBIG (1975), SIMON et al. (1975) sowie SINGER et al. (1979), daß die AO-Platte nicht bindegewebsschonend angelegt werden kann, so daß Pseudoarthrosenbildung und Beeinträchtigung des Längenwachstums Vorschub geleistet wird, können nicht ohne weiteres hingenommen werden.

Es ist richtig, daß die Anwendung der Platte eine Mobilisierung des Periosts voraussetzt. Dies soll aber unbedingt sparsam erfolgen, was bei richtigem Vorgehen realisierbar ist. Ist das der Fall, so bleibt die Blutversorgung gewährleistet und die Gefahr der Pseudoarthrose gebannt.

Bei der anatomisch richtigen Wahl des Operationszugangs

und atraumatischem Vorgehen sind Gewebsschädigungen vermeidbar. Eine Beeinträchtigung des Längenwachstums haben wir in keinem Fall beobachtet. Die Gefahr der Wachstumsfugenverletzung ist bei der Verplattung geringer als bei intramedullärer Schienung mit Kirschnerdrähten, Rushpins oder anderem Material.

Die Mißerfolge, die wir beobachtet haben, dürfen nicht allein der Methode zur Last gelegt werden. Die 2 Pseudarthrosen und die eine verzögerte knöcherne Heilung waren das Resultat von Schrauben- und Plattenlockerungen. Diese können durch eine Hyperaktivität bzw. zu frühe Belastung hervorgerufen werden.

In diesem Zusammenhang möchten wir daran erinnern, daß auch fehlerhaftes technisches Vorgehen die Ursache für Platten- und Schraubenlockerung sein kann.

Die Schlußfolgerung, daß die Plattenosteosynthese am kindlichen Unterarm keine Übungsosteosynthese für Anfänger sein darf, liegt nahe.

Zu XII - Nachuntersuchungsergebnisse operativ behandelter Kinder

1. Längenwachstum

KURZ et al. (1971) beobachteten bei einem Kind nach operativer Versorgung mit Kirschnerdrahtosteosynthese nach Rush-

technik ein Minuswachstum von 2 cm.

Unter den 21 nachuntersuchten Kindern beobachteten wir bei 17 Kindern weder Minus- noch Pluswachstum, bei 2 Minus- und bei weiteren 2 Kindern Plus-Wachstum, wobei das Mehr- und Weniger-Wachstum in physiologischen Grenzen blieb.

So hatten wir bei der operativen Versorgung, wie TEUTSCH et al. (1968), BRINKMANN et al. (1973), FINK (1977) sowie FREULER et al. (1978), keine abweichende Besonderheit des Wachstums festgestellt.

2. Bleibende Gelenkschäden

Bleibende Gelenkschäden im Zusammenhang mit kompletten Unterarmfrakturen nach operativer Versorgung wurden in der Nachuntersuchungsliteratur nicht beobachtet. Wir haben bei allen nachuntersuchten Kindern nach operativer Versorgung mit Kirschnerdrähten und auch AO-Platten keine Gelenkschäden festgestellt.

3. Subjektive Beschwerden

Auch nach operativer Versorgung werden die subjektiven Beschwerden auf noch verbliebene Bewegungseinschränkung zurückgeführt (SEYFFARTH, 1968 sowie MANN et al., 1969). SEYFFARTH nennt eine Spornbildung als Ursache von subjektiven Beschwerden.

Da aber einerseits viele Kinder mit Bewegungseinschränkung, die teilweise erhebliches Ausmaß erreicht ohne Beschwerden bleiben, andererseits Kinder ohne Bewegungseinschränkung

Beschwerden angeben, können wir diesen Grund nur als zusätzliches Belastungsmoment annehmen. So waren in unserem Krankengut alle Kinder mit Funktionseinbußen ohne subjektive Beschwerden. Hingegen hatten die Kinder mit subjektiven Beschwerden keine Funktionseinschränkung. Ein Zusammenhang mit der Frakturlokalisation, mit der Zahl der vorherigen Repositionsversuche oder mit dem Nachuntersuchungszeitraum bestand nicht. Alle drei Kinder waren älter als 10 Jahre. Gemeinsam hatten alle 3 verbreiterte bzw. hypertrophische Narben, was auf einen nicht reizlosen Heilverlauf hindeuten könnte. Gerade diese Narbenbildung, die auch vermutlich in den tiefen Schichten nicht weniger vorhanden ist, ist wohl die Hauptursache für die Beschwerden, was wir auch für die Beschwerden nach konservativer Therapie verantwortlich machen, wobei hier die Narbenbildung unter der intakten Haut nur zu vermuten ist (Siehe Tabelle 19).

4. Funktionseinbußen

In der Nachuntersuchungsliteratur wurden Funktionseinschränkungen des Handgelenkes und der Unterarmdrehung fast gleich häufig beschrieben, während diese Einschränkungen nach konservativer Therapie bei weitem die Unterarmdrehung betrifft. Dies ist wohl auf die Tatsache zurückzuführen, daß durch die Operation die Drehfehlstellungen in höherem Prozentsatz korrigiert werden.

Bei allen nachuntersuchten Kindern haben wir viermal Einschränkungen der Unterarmdrehung festgestellt. Die angrenzenden Gelenke waren immer frei beweglich. Als Belastungs-

moment erwies sich die verzögerte Indikationsstellung zur Operation insbesondere nach wiederholten Repositionsversuchen.

Bei drei der vier Kinder lag der Unfall etwa ein halbes Jahr vor der Nachuntersuchung zurück. Dies läßt hoffen, daß viele dieser Bewegungseinschränkungen im Laufe der Entwicklung zumindest eine Besserung erfahren werden. Eine Bevorzugung einer Altersgruppe oder einer bestimmten Frakturlokalisation ließ sich nicht feststellen (Siehe Tabelle 20).

Damit die Funktionseinbußen in annehmbaren Grenzen bleiben, soll mit der Operation bei gegebener Indikation, wie wir unter Indikationsstellung erwähnt haben, nicht lange gezögert werden.

DAU (1966) und FINK (1977) haben festgestellt, daß die operative Behandlung keine Besserung der Funktionsergebnisse gegenüber der konservativen Behandlung bringt.

Dieser Vergleich wäre annehmbar, wenn die operative Behandlung eine konkurrierende und nicht eine ergänzende Alternative für die konservative Behandlung wäre. Es muß dabei in Betracht gezogen werden, daß es sich bei den operativ versorgten Frakturen um eine negative Auslese handelt, bei der die konservative Behandlung nicht zum Ziel führen konnte.

Bei dieser Betrachtungsweise ist es erst verständlich, wenn wir von sehr guten Ergebnissen insbesondere Spätergebnissen der operativ versorgten Kinder sprechen.

5. Pseudarthrosen

In der Literatur wurden Pseudarthrosenbildungen nach Platten-, Kirschnerdraht-, Rushpins-, Steinmannnägeloosteosynthese beobachtet (DAU, 1966; MONTICELLI, 1966; TEUTSCH et al., 1968; MITTELBACH et al., (1971; HELBIG, 1975; SIMON et al., 1975; RETTIG et al., 1978 und andere).

Als Ursachen wurden unzureichende Ruhigstellung, Zerstörung der endostalen Blutversorgung, der periostalen Durchblutung, mangelhafte Technik, Schrauben- und Plattenlockerung, Durchblutungsstörungen durch Drahtumschlingung, Infekte, Druck auf das Lagergewebe der Platte, Korrosion und Metallose diskutiert (Siehe Literatur).

Wir haben unter den 26 operativ versorgten Kindern zwei Ulnapseudarthrosen beobachtet. Die Frakturen waren im mittleren Drittel des Unterarmes lokalisiert. In beiden Fällen wurde die Indikationsstellung zur Operation verzögert nach 2 Repositionsversuchen gestellt. Die Frakturlokalisationen im mittleren Drittel und die verzögerte Indikationsstellung sind untergeordnete Belastungsmomente. Die Bruchheilung im mittleren Drittel ist wegen der dicken Corticalis und der spärlich vorhandenen Spongiosa auch bei konservativer Behandlung relativ langsamer als bei Frakturen des distalen Drittels. Daß es sich in beiden Fällen um Pseudarthrosen der Ulna handelt, führen wir darauf zurück, daß an der funktionell rotationsstabilen Ulna mehr Torsionskräfte zum Tragen kommen als am Radius, der um die eigene

Achse und um die Ulna rotieren kann (BENNINGHOFF und GOERTTLER, 1964).

Bei dem einen Fall konnte die Ursache für die Pseudarthrose bzw. Platten- und Schraubenlockerung nicht festgestellt werden. Hier dürften mehrere Faktoren eine Rolle gespielt haben (siehe Literatur).

Bei dem zweiten Fall steht die außergewöhnliche Hyperaktivität des Kindes im Vordergrund. Außerdem waren die wiederholten Eingriffe eine Herausforderung für die Regenerationskraft des kindlichen Knochens (Siehe Kasuistik, Seite 83).

Wie wir unter Diskussion der operativen Therapie darlegten, soll demnach die Osteosynthese am kindlichen Unterarm keine Übungsosteosynthese für Anfänger sein. Trotz einwandfreien technischen Vorgehens ist mit Komplikationen bei unberechenbaren uneinsichtigen Kindern zu rechnen. Dies darf aber nicht dazu verleiten, die Indikation zu sehr zu verzögern, weil das vermehrt zu Funktionseinbußen und anderen Komplikationen führen kann.

6. Brückenkallus

In der Nachuntersuchungsliteratur und im eigenen Krankengut wurde in keinem Fall eine Brückenkallusbildung beobachtet. Der Grund dürfte in dem gut entwickelten Periostschlauch und in dem fast vollständigen Fehlen von Splitterfrakturen zu finden sein.

Zu XIII - Komplikationen nach operativer Behandlung

1. Infektion

Die gefürchtetste folgenschwerste Komplikation nach operativer Versorgung ist die Infektion mit Osteomyelitis.

BÖHLER (1951), BLOUNT (1957), EHALT (1961) und REHN (1973) bezeichnen das Vorkommen von postoperativen Infektionen als sehr häufig (Siehe auch Tabelle 7).

Ein Verdacht auf Osteomyelitis, der sich später nicht bestätigte, hat uns veranlaßt, das Osteosynthesematerial zu entfernen und konservativ weiter vorzugehen.

Diese und andere Komplikationen (siehe unten) nach operativer Therapie sind schwerwiegende Nachteile des operativen Vorgehens, das deswegen nie als konkurrierende Methode für die konservative Therapie angesehen werden kann.

2. Verzögerte Heilung

BÖHLER (1951), BLOUNT (1957), DAU (1966), STEINERT (1966), SEYFFARTH (1968) sowie MANN et al. (1969) berichteten über das Vorkommen von verzögerter knöcherner Heilung nach operativer Therapie.

Wir haben eine verzögerte knöcherne Heilung an der Ulna bei ungestörtem Heilverlauf am Radius nach Plattenosteosynthese beobachtet. Den Grund dafür sahen wir in der nachweisbaren Schrauben- und Plattenlockerung, die im Laufe der Behandlung auftrat. Die knöcherne Heilung trat nach sechswöchiger Ruhigstellung im Gipsverband ein.

Dieses Beispiel zeigt, daß in solchen Fällen eine Reosteosynthese nicht immer notwendig ist.

3. Pseudarthrosen

Sie wurden bereits besprochen.

4. Morbus Sudeck

STEINERT (1966) sowie MANN et al. (1969) beobachteten je einen Fall mit den Symptomen eines Morbus Sudeck.

Wie die meisten Autoren (Siehe Tabelle 7) haben wir diesbezüglich keine Beobachtung machen können.

5. Weitere Komplikationen

Es wurde über schmerzhaftes Spornbildung (SEYFFARTH, 1968) sowie über Unterarmverkürzung von etwa 2 cm (KURZ et al., 1971) berichtet.

Wir beobachteten zweimal postoperative schwere Weichteilschwellungen mit Schwäche der Extensorengruppe des Unterarmes, die binnen 2 Wochen vollständig abgeklungen waren.

Diese Komplikation kann immer vermieden werden, wenn man gewebsschonend operiert.

XXX. ZUSAMMENFASSUNG

Die kompletten Unterarmfrakturen sind die zweithäufigsten Unterarmfrakturen des kindlichen Alters. Sie ereignen sich in den meisten Fällen während des Spielens.

Das männliche Geschlecht sowie die linke Seite sind deutlich bevorzugt.

Sie entstehen meistens durch indirekte Gewalteinwirkung - Sturz auf die gestreckte Hand.

Zur Diagnostik sind Röntgenaufnahmen des gesamten Unterarmes mit den angrenzenden Gelenken erforderlich.

Ein großer Teil der Frakturen sind die für das kindliche Alter typischen Grünholzfrakturen, welche mit zunehmendem Alter abnehmen. Hingegen sind Stück- und Trümmerbrüche sehr selten und werden meistens erst bei älteren Kindern beobachtet. In vereinzelt Fällen sind die Frakturen in verschiedenen Dritteln des Unterarmes lokalisiert.

Bei der Diagnosestellung dürfen begleitende Gelenkverletzungen sowie zusätzliche Verletzungen, die nicht selten vorkommen, nicht übersehen werden.

Bei der Behandlung ist der konservativen Therapie den Vorrang zu geben. Die Besonderheiten des kindlichen Alters sollen berücksichtigt werden.

Achsenknickungen bis zu einem gewissen Grad werden je nach Kindesalter und Frakturlokalisation folgenlos ausgeglichen.

Seitenverschiebungen bis $\frac{3}{4}$ Schaftbreite sind für die

Funktion belanglos, soweit sie keine Rotationsfehlstellung im Sinne TROJANS darstellen oder zur Verschmälerung des Knochenzwischenraumes führen.

Rotationsfehler führen immer zum Funktionsverlust.

Ein überschießendes Wachstum, wie es an den unteren Extremitäten vorkommt, wird nicht beobachtet.

Die Reposition ist in Allgemeinnarkose vorzunehmen.

Die Lokalanästhesie ist bei den Kindern im Pubertätsalter zu verantworten und bleibt vereinzelt Fällen vorbehalten.

Die Grünholzfrakturen dürfen nicht in vollständige Frakturen umgewandelt werden, sondern nur begradigt werden.

Wiederholte mehr als zweimalige Repositionsversuche führen meistens nicht zum Ziel, bedeuten eine zusätzliche Traumatisierung und sind daher abzulehnen.

Die Röntgenkontrollen sollen in kurzen Zeitabständen durchgeführt werden, da sonst Nachrepositionen wegen der schnellen knöchernen Konsolidierung schwer bzw. unmöglich werden.

Die dorsale Oberarmgipsschiene bietet ausreichende Retention bei geringer Gefahr der Druckschäden und der Durchblutungsstörungen mit ihren Folgen.

Die Behandlungsdauer ist mit drei bis sechs Wochen je nach Kindesalter und Bruchform in den allermeisten Fällen gut bemessen.

Die konservative Therapie besticht mit guten funktionellen

und anatomischen Ergebnissen bei sehr geringer Komplikationsrate. Pseudarthrosen und Brückenkallus sind so gut wie unbekannt.

Die Refrakturrate als unangenehme Komplikation nach konservativer Therapie läßt sich durch genügende Ruhigstellung für 4 - 6 Wochen mit anschließender Befreiung vom Sportunterricht gering halten.

Die meisten subjektiven Beschwerden und Funktionseinbußen sind jenseits des 10. Lebensjahres zu beobachten, wobei die Altersgruppe der 12- bis 14-jährigen besonders bevorzugt ist. Hier ist auch der Spontanausgleich fast erloschen. Bei der konservativen Therapie muß hier eine korrekte anatomische Stellung erreicht werden. Obwohl hier fast ein totaler Verlust des Spontanausgleichs zu registrieren ist, darf die Operationsindikation nicht - wie bei Erwachsenen - gestellt werden, denn bei konservativem Vorgehen sind auch bei dieser Altersgruppe weder Pseudarthrosen noch Brückenkallus zu befürchten.

Die Indikation zur Operation soll möglichst eng gestellt werden, denn abgesehen von den schwerwiegenden operativen Komplikationen wie Infektionen und Pseudarthrosen bringt die operative Therapie keine besseren funktionellen Resultate. Bei unstabilen operationsbedürftigen Frakturen, insbesondere bei älteren Kindern, darf die Indikationsstellung zur Operation jedoch nicht stark verzögert werden, da sonst die funktionellen Resultate schlechter werden.

Schonendes und anatomisch korrektes Vorgehen sind unab-

dingbare Voraussetzungen für ein gutes funktionelles Resultat. Operationen am kindlichen Unterarm dürfen daher keine Übungsosteosynthese für Anfänger sein. Trotz sorgfältiger Technik muß man aber hin und wieder mit Komplikationen wie verzögerter Heilung und Pseudarthrosen rechnen. Die Ursachen hierfür entziehen sich in vielen Fällen der ärztlichen Kontrolle.

Die operative Therapie bot, wenn wir von den Komplikationen absehen, sehr gute Resultate. Ein Vergleich der Resultate konservativ und operativ behandelter Kinder ist jedoch nicht zu rechtfertigen, weil es sich bei den operativ behandelten Kindern um eine negative Auslese handelt.

Eine Nachbehandlung unter krankengymnastischer Aufsicht ist bei allen Kindern, die nach Gipsentfernung bzw. Wundheilung oder abgeschlossener operativer Behandlung Funktionsminderung oder subjektive Beschwerden zeigen, anzuraten.

XXXI. LITERATUR - VERZEICHNIS

1. BARGMANN, W.: Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. Georg Thieme, Stuttgart 1964, 147 S.
2. BENNINGHOFF, A., K. GOERTTLER: Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Urban & Schwarzenberg, München-Berlin, 1964, Band 1, 351 S.
3. BLOUNT, W.P.: Knochenbrüche bei Kindern. Georg Thieme, Stuttgart 1957, 72 S.
4. BÖHLER, J.: Gelenknahe Frakturen des Unterarmes. Chirurg 40 (1969) 198.
5. BÖHLER, L.: Brüche beider Vorderarmknochen im Schaft. Vorderarmschaftbrüche bei Kindern und Jugendlichen. In: Die Technik der Knochenbruchbehandlung. Maudrich, Wien 1951, Band 1, 775-777 S. und 811-814 S.
6. BORM, D.: Unfälle im Kindesalter. Brun's Beitr. klin. Chir. 203 (1961) 221.
7. BRINKMANN, W.H., H. JUNG, H.J. FISCHER: Grundsätzliches zur Behandlung von Knochenbrüchen im Wachstumsalter. Klinische Chirurgie 220 (1973) 186.
8. BRUG, E.: Die Stabilisierung der kindlichen Diaphysenfrakturen mit dem Bündelnagel nach Hackethal. Zschr. Kinderchirurgie und Grenzgebiete 23 (1978) 180.
9. BRUNNER, CH.: Spätfolgen kindlicher Frakturen. In: Unfallverletzungen bei Kindern. J. Rehn. Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1974, 294 S.

10. BRUNNER, CH., B.G. WEBER: Frakturbehandlung im Kindesalter. Zschr. Kinderchirurgie und Grenzgebiete 23 (1978) 178.
11. BUCK, P., J. FOLSCHVEILLER, J. JENNY: Über die Behandlung von 376 Vorderarmschaftbrüchen bei Kindern. Hefte Unfallheilkunde 89 (1966) 51.
12. BÜTTNER, A.: Über Refrakturen im Kindesalter. Chirurg. 19 (1948) 347.
13. DAU, W.: Behandlung von Unterarmbrüchen im Kindesalter. Chirurgische Praxis 10 (1966) 229.
14. DAUM, R.: Indikation zur konservativen und operativen Knochenbruchbehandlung - Besonderheiten beim Kind. Langenbeck's Arch. Chir. 337 (1974) 425.
15. DAVIS, DONALD R., DAVID P. GREEN: Forearm Fractures in Children, Pitfalls and Complications. Clinical Orthopaedics and related Research 120 (1976) 172-184 S.
16. EHALT, W.: Verletzungen bei Kindern. Hefte Unfallheilkunde 89 (1966) 61.
17. EHALT, W.: Verletzungen des Vorderarmes. In: Verletzungen bei Kindern und Jugendlichen. Ferdinand Enke-Verlag, Stuttgart 1961, 65, 139, 216, 329 - 333 S.
18. EICHLER, J.: Spätschäden an den Radioulnargelenken nach Unterarmverletzungen am wachsenden Skelett. Chirurgische Praxis 10 (1966) 49.
19. ELMENDORFF, Herzog Freiherr von, W. HUPFAUER, J. KRAPP: Konservative und operative Behandlung von Unterarmschaftbrüchen. Chirurg 42 (1971) 270.
20. FINK, D.: Die Unterarmbrüche der Adoleszenten. Unfallheilkunde 80 (1977) 479.

21. FREULER, F., B.G. WEBER, C.H. BRUNNER:
Vorderarmschaftfrakturen. In: Die Frakturbehandlung
von Kindern und Jugendlichen.
Springer-Verlag, Berlin 1978, 182 - 205 S.
22. FUCHS, G.: Die Behandlung der Vorderarmschaftbrüche
nach Rush. Hefte Unfallheilkunde 89 (1966) 26.
23. GRAUDINS, J., K. WIGGER: Behandlung von Unterarmschaft-
Frakturen. Chirurgische Praxis 20 (1975) 125.
24. GRUBER, R., L.R. VON LAER: Zur Ätiologie der Refraktur
des Vorderarmes im Wachstumsalter. Akt. traumatol. 9
(1979) 251.
25. HEINEMANN, G.: Therapie der Unterarmfrakturen. Bericht
über die unfallmedizinische Tagung in Bochum 10. -
11. 3. 1973. Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen
Berufsgenossenschaften e.V. Bonn. Heft 17, 71-79 S.
26. HELBIG, D.: Osteosynthese beim Weichteilschaden -
Besonderheiten im Kindesalter. Langenbeck's Arch.
Chir. 339 (1975) 519.
27. HÖNIG, W., G. FEKETE: Behandlung der frischen geschlos-
senen Vorderarmschaftbrüche. Hefte Unfallheilk.
89 (1966) 32.
28. HOLZ: Unterarmschaftbrüche. Bericht über unfallmedi-
zinische Tagung in Bayreuth 20. - 21. 9. 1975.
Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen Berufsge-
nossenschaften e.V. Bonn. Heft 25, 251 - 259 S.
29. KNOBLOCH, J., F. MACH: Erfahrungen mit der Behandlung
frischer geschlossener Vorderarmschaftbrüche.
Hefte Unfallheilkunde 89 (1966) 36.
30. KONCZ, M.: Spätergebnisse bei Unterarmfrakturen im
Kindesalter. Arch.orthop. Unfall-Chir. 76 (1973) 300.

31. KÜSSWETTER, W.: Einfluß der Membrana interossea antebrachii auf die Umdrehbewegung der Hand. Fortschritte der Medizin 35 (1979) 1505.
32. KUNER, E.H.: Die Indikation zur Osteosynthese beim kindlichen Knochenbruch. Chirurg 46 (1975) 164.
33. KURZ, W., D. LANGE: Operative Behandlung von Vorderarmschaftbrüchen bei Kindern. Chirurgische Praxis 15(1971)287.
34. LANZ, T., W. WACHSMUTH: Praktische Anatomie, I. Band, Teil 3. Springer-Verlag, Berlin 1959, 172 S.
35. MANN, K., M. RAMMINGER: Behandlungsergebnisse von Unterarmschaftfrakturen. Mschr. Unfallheilk. 72 (1969) 108.
36. MITTELBACH, H.R., A. BUSCHMANN: Plattenosteosynthese bei Vorderarmschaftbrüchen. Indikation und Ergebnisse einer allgemeinchirurgischen Klinik. Chirurg 42 (1971) 514.
37. MITTELBACH, H.E., A. BUSCHMANN: Vorderarmschaftbrüche, Prinzipien, Techniken und Ergebnisse einer allgemein-chirurgischen Klinik. Chirurg 38 (1967) 306.
38. MONTICELLI, G.: Erfahrungen der orthopädischen und traumatischen Klinik der Universität Rom bei der Behandlung der frischen Vorderarmbrüche. Hefte zur Unfallheilkunde 89 (1966) 30.
39. MORSCHER, E.: Verletzungen der Wachstumsfugen. Orthop. Prax. 8 (1973) 313.
40. MUHR, G., R. SZYSKOWITZ, E. GREIF: Zur Osteosynthese von Vorderarmbrüchen. Mschr. Unfallheilk. 75(1972) 23.
41. MUMENTHALER, A.: Knochenbrüche bei Jugendlichen und Kindern. In: Chirurgie der Gegenwart. Band IV, Heft 13. Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien 1973.

42. REHN, J.: Indikation zur operativen und konservativen Frakturbehandlung. Arch. orthop. Unfall-Chir. 76 (1973) 14.
43. REHN, J.: Pseudoarthrosen. In: Unfallverletzungen bei Kindern. J. Rehn. Springer, Berlin-Heidelberg- New York 1974, 310 S.
44. RENNE', J., S. WELLER: Verrenkungen und Frakturen der oberen Gliedmaßen. In: Unfallverletzungen bei Kindern. J. Rehn. Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1974, 275 S.
45. RETTIG, H., A. TAMAI: Fehler und Gefahren einer operativen Behandlung der Unterarmschaftfrakturen beim Kinde. Akt. Traumatol. 8 (1978) 195.
46. SCHÄFER, R.: Frische Unterarmbrüche im Kindes- und Jugendalter. Hefte Unfallheilk. 89 (1966) 58.
47. SEYFFARTH, G.: Die Behandlung der stark verschobenen Vorderarmfrakturen bei Kindern und Jugendlichen. Beitrag zur Frage der Operationsberechtigung. Arch. orthop. Unfall-Chir. 64 (1968) 64.
48. SEYFFARTH, G.: Die Refraktur am kindlichen Vorderarm. Mschr. Unfallheilk. 69 (1966) 525.
49. SIMON, L., W. HEYDENREICH: Markdrahtungosteosynthese bei kindlichen Unterarmschaftfrakturen. Akt. Traumatol. 5 (1975) 133.
50. SINGER, H., H. REETZ: Osteosynthese im Kindesalter? Zschr. Kinderchir. und Grenzgebiete 26 (1979) 150.
51. STANKOVIĆ, P., TH. STUHLER, K. GROSSKLAUS: Distale Unterarmfrakturen bei Kindern. Zschr. Kinderchir. u. Grenzgebiete 24 (1978) 39.
52. STEINERT, W.: Unterarmfrakturen im Kindesalter. Brun's Beitr. klin. Chirurgie 212 (1966) 170.

53. TEUTSCH, W., H. PUSCHERT: Nachuntersuchungsergebnisse konservativ behandelter Unterarmschaftbrüche bei Kindern. Zbl. f. Chir. 93 (1968) 1237.
54. TROJAN, E.: Die Behandlungsergebnisse von 277 frischer geschlossener Schaftbrüche beider Vorderarmknochen. Hefte Unfallheilk. 46 (1963) 140.
55. TSCHERNE, H.: Offene kindliche Frakturen. Zschr. f. Kinderchir. und Grenzgebiete 22 (1977) 61.
56. VOORHOEVE, A.: Ursachen, Behandlungen der Unterarm-Pseudarthrosen. Chirurgische Praxis 17 (1973) 113.
57. WEBER, B.G.: Indikation zur operativen Frakturbehandlung bei Kindern. Chirurg. 10 (1967) 441.
58. WEBER, B.G.: Das Besondere bei der Behandlung der Frakturen im Kindesalter. Unfallheilk. 78 (1975) 193.
59. WILHELM, K., F.L. RUEFF: Die operative Versorgung von Unterarmschaftfrakturen. Arch. orthop. Unfall-Chir. 70 (1971) 215.
60. WILLENEGGER, H.: Frakturen und Luxationen des Ellenbogens und des Unterarmes. Unfallmedizinische Arbeitstagung 23. - 24. 11. 1965 in Baden-Baden. Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaft e.V. Bonn.
61. WITT, A.N., H. COTTA, H. MITTELMEIER: Komplette Unterarmbrüche. In: Handbuch der gesamten Unfallheilkunde. Bürkle de la Camp, H.M. Schwaiger. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1966, Band III, 147 S.

Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr. Heinemann, der
mir das Thema freundlicherweise überließ und mir
beim Zustandekommen der Arbeit behilflich war.

Lebenslauf:

A. Latif Al-Arfaj

geb. 5. 1. 1944 in Hofuf/Saudi Arabien

Vater: A. Aziz Al-Arfaj, Textilkaufmann

Mutter: Mariam Al-Arfaj, geb. Al-Arfaj

Schulbildung:

1953 - 1955 Schafii - Volksschule in Hofuf

1956 - 1959 Alfatah - Volksschule in Hofuf

1960 - 1965 Hofufer Gymnasium

Oktober 1965 bis März 1966 - Besuch des Goethe-Instituts in Lüneburg zur Erlernung der Deutschen Sprache

20. 4. 1967 Abschlußprüfung nach Besuch des Studienkollegs in Köln mit Erlangung der Hochschulreife

Studium:

23. 9. 1968 Vorphysicum, Universität Köln

12. 3. 1971 Physicum, Universität Köln

5.12. 1974 Staatsexamen, Universität Köln

Berufliche Ausbildung:

Januar 1975 - Dezember 1975 Nazareth-Hospital in Erkelenz-
Immerath: Medizinalassistent

Januar 1976 Approbation

Januar 1976 bis März 1978 - Chirurgische Abteilung des
St. Hermann-Josef-Hospitals in Erkelenz

April 1978 - Dezember 1978 - Chirurgische Klinik des
St. Johannes-Hospitals in Dortmund

Seit Januar 1979 Chirurgische Klinik des Klinikum Minden

Seit 1972 verheiratet mit einer Saudi-Araberin,
Volksschullehrerin, zur Zeit Hausfrau.

